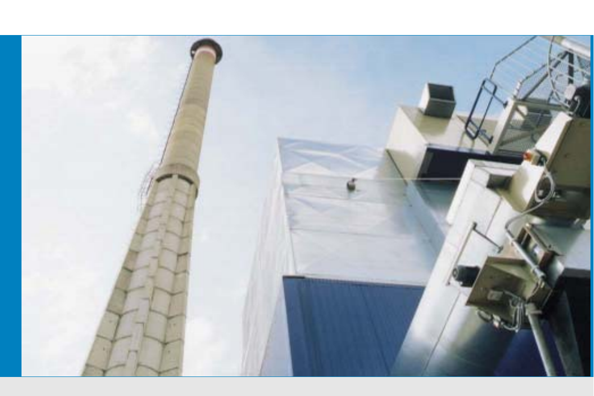
MANUEL D'UTILISATION

GRAVIMAT SHC502
Système de mesure gravimétrique de la concentration en poussières





Description
Fonctionnement
Entretien



Informations document

Produit décrit
Nom de produit: GRAVIMAT SHC502

Identification document
Titre: Manuel d'utilisation GRAVIMAT SHC502
N° de commande: 8015848
Version: 1.1
Date: 2014-01

Fabricant
SICK AG
Erwin-Sick-Str. 1 · 79183 Waldkirch · Allemagne
Téléphone: +49 7641 469-0
Fax: +49 7641 469-1149
E-mail: info.pa@sick.de

Site de production
SICK Engineering GmbH
Bergener Ring 27 · 01458 Ottendorf-Okrilla · Allemagne

Remarque sur la garantie
Les caractéristiques et données techniques fournies dans ce document ne constituent en aucun cas un certificat de garantie..

Contenu

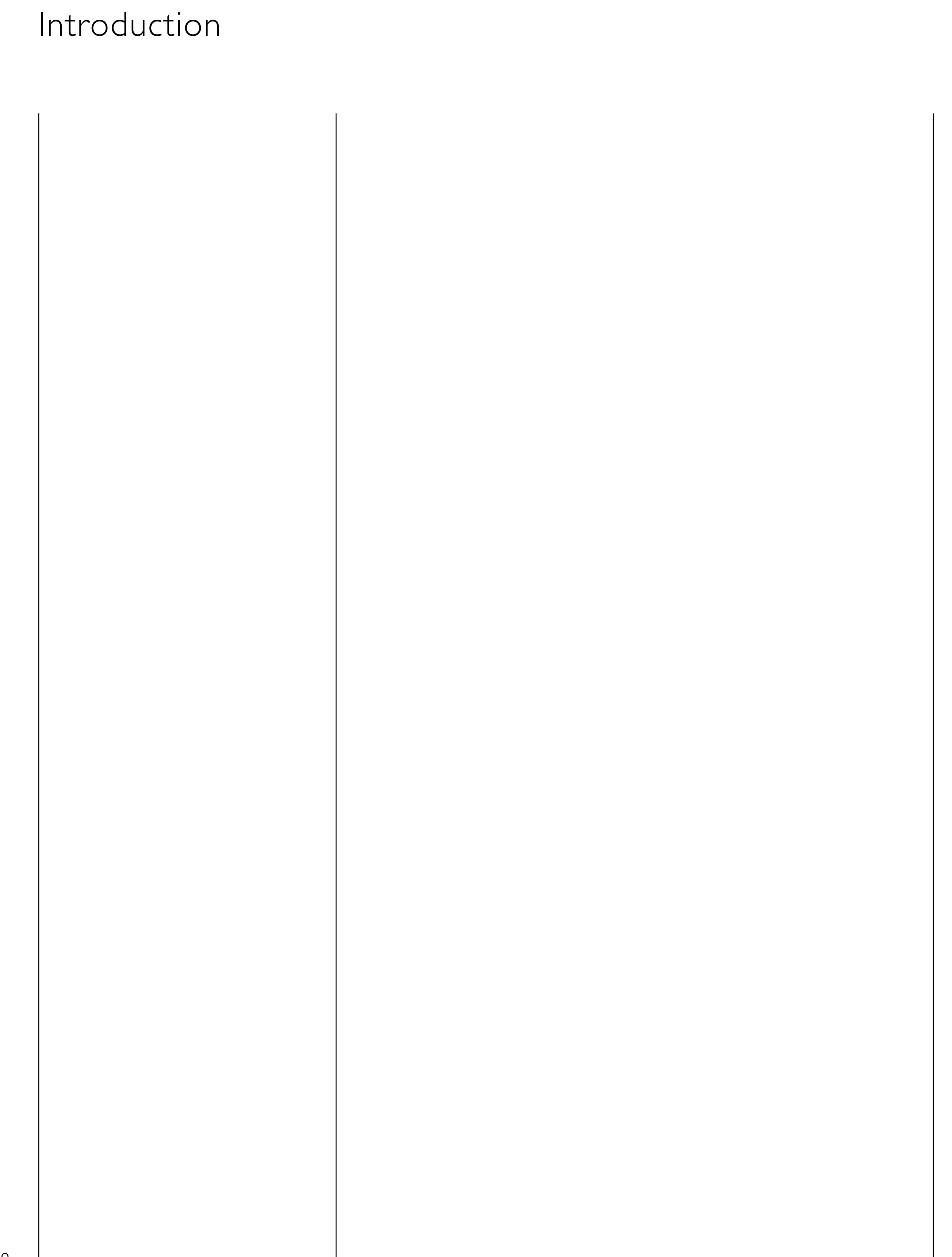
Note sur la documention de l'appareil

Ce manuel d'utilisation contient des informations de base sur la planification, le montage, l'installation, la mise en service et l'entretien du système de mesure. Des descriptions succintes du procédé de mesure et du fonctionnement du système dans son entier et de ses composants les plus importants servent à transmettre des connaissances nécessaires à l'installation et à la commande dans les règles de l'art du système de mesure. La confrontation de propriétés caractéristiques des variantes disponibles du système doit servir à faciliter le choix d'une configuration optimalement adaptée aux besoins dans la phase de planification.

Le contenu de ce manuel n'a aucun caractère juridique. La responsabilité de SICK est exclusivement définie dans le contrat de vente qui traite des différents engagements contractuels de SICK.

Ce manuel ne prend que les applications standard en compte correspondant aux données techniques citées en annexe. En cas d'utilisation particulière, vous disposerez d'informations supplémentaires et de l'assistance que vous donnera la filiale SICK concernée. Nous vous recommandons dans tous les cas de vous faire conseiller par des spécialistes SICK pour les applications spéciales.

Introduction

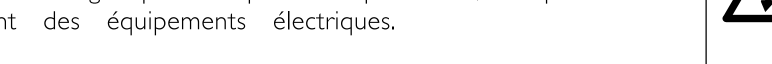


1 Consignes de sécurité

1.1 Symboles de sécurité

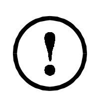
Les symboles suivants sont utilisés dans ce manuel pour attirer l'attention de l'utlisateur sur des consignes de sécurité importantes.



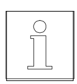
Danger

Indique un danger possible pour les personnes, en particulier provenant des équipements électriques.



Danger
Met en garde contre les dangers éventuels suite à une mauvaise manipulation d'un composant du système.




Attantion
Signale des risques d'endommagement des composants du système ou un éventuel dysfonctionnement.



Remarque
Contient des informations complémentaires importantes concernant le système ou ses composants.

1.2 Conditions d'utilisation

1.2.1 Utilisation

Il est supposé que la planification du système, le montage, l'installation, la mise en service, la maintenance et l'entretien seront effectués exclusivement par un personnel correctement formé. Le système de mesure ne doit être utilisé que de la manière prévue par le fabricant.

Le personnel qualifié responsable du système doit en particulier s'assurer que :

- tous les composants du système ne sont utilisés que dans le but auquel ils sont destinés ;
- l'application correspond aux caractéristiques techniques et aux données concernant les possibilités d'utlisation ainsi qu'aux conditions d'installation, de raccordement, d'environnement et de fonctionnement (peuvent se trouver sur les documents de commande, les données récapitulatives de l'appareil, les plaques d'identification et les documents de livraison) ;
- les consignes générales d'installation et de sécurité sont respectées ;
- le travail est effectué conformément aux conditions locales et spécifiques de l'installation, en prenant en compte les dangers et les règlements liés au fonctionnement ;
- les outils et moyens de levage ou de transport sont utilisés correctement ;
- les composants du système fournis sans protection sont équipés par le client de dispositifs de protection adaptés ;
- les dispositifs et les équipements personnels de sécurité sont en nombre suffisant et sont utilisés par le personnel.

1.2.2 Conseils de protection

Le GRAVIMAT SHC 502 est un système de mesure électronique sophistiqué nécessitant des précautions particulières pour tous les travaux, le transport et le stockage :

- Sécher les voies empruntées par les gaz et la pompe d'aspiration après chaque mesure !
- Ne jamais stocker l'appareil à l'air libre sans protection !
- Toujours utiliser l'emballage d'origine pour le transport et le stockage.
- Stocker au sec.
- Ne jamais laisser les extrémités de câbles et les connecteurs sans protection. Toujours isoler les extrémités de câble. Hors les périodes d'utilisation, toujours protéger les connecteurs de l'humidité et de la poussière à l'aide de capuchons de protection ou de matériaux d'emballage adaptés. Les connecteurs corrodés provoquent des dysfonctionnements !

Les personnes responsables de la sécuirité doivent impérativement s'assurer :

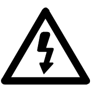
1.3 Utilisateurs autorisés

- que la planification des mesures, le montage, l'installation, la mise en service, la maintenance et l'entretien ne sont effectués que par des spécialistes compétents ou des personnes qualifiées et sont contrôlés par des responsables. Sont considérées comme spécialistes les personnes correspondant à la définition des normes DIN VDE 0105, IEC364 ou autres normes directement comparables. Les personnes qualifiées, de par leur formation, leur expérience ou leur instruction ainsi que leur connaissance des normes, dispositions, mesures de sécurité et conditions d'exploitation, sont habilitées par le responsale de la sécurité des personnes et des installations à effectuer ces travaux. Ces personnes doivent être à même de reconnaître à temps les dangers potentiels pour les éviter.
  La connaissance des gestions de premier secours et des installations locales de secours est une condition indispensable,
- que les personnes connaissent parfaitement les risques inhérents à l'exploitation de l'installation tels que les dangers liés aux gaz, aux mélanges de liquides gazeux et autres substances chaudes, toxiques ou sous pression,
- que l'interdiction de recourir à du personnel non qualifé pour les travaux sur des installations à haute tension est respectée (selon les normes DIN VDE 0105 ou IEC 364),
- que les travaux sur ou à proximité des parties dangereuses sont interdits aux personnes non qualifiées.

1.4 Règles de sécurité, mesures de protection

1.4.1 Risques liés aux composants électriques

Le GRAVIMAT SHC 502 est en général utilisé dans des installations industrielles à haute tension. Lors de l'installation, de la mise en service, pendant l'exploitation et la maintenance, il peut arriver que



- des éléments ouverts ou non isolés puissent générer des tensions électriques mortelles,
- le démontage inoportun de protection indispensables, la manipulation inadéquate, un usage non conforme ou une maintenance insuffisante causent des dommages coroporels ou matériels.



1.4.2 Mesures préventives de sécurité



L'opérateur doit s'assurer qu'aucune panne ou und dysfonctionnement du Gravimat SHC 502 et qu'aucune mesure erronée ne peut conduire à des conditions d'exploitation comportant un risque de dommage important.

1.4.3 Détection de défauts

Toute modification dans le fonctionnement de l'appareil est un signe annonciateur d'une dégradation fonctionnelle. Les signes annonciateurs sont :

- activation des dispositifs de surveillance,
- dérives importantes des résultats de mesure,
- augmentation de la consommation électrique,
- élévation de la température de composants du système,
- vibrations anormales,
- bruits insolites,
- odeurs ou fumée insolites.

1.4.4 Eviter les dommages consécutifs à un dysfonctionnement

Pour éviter tout dommage corporel ou matériel résultant d'un dysfonctionnement ou d'une panne du GRAVIMAT SHC 502, adopter les mesures suivantes :

- Former le personnel d'entretien au dépannage pour assurer une réaction efficace face à un dysfonctionnement,
- Vérifier que la mise hors tension nécessaire ou inopinée du GRAVIMAT SHC 502 ne risquera pas d'entraîner de graves dysfonctionnements.

1.5 Mesures de protection de l'environnement

Les blocs fonctionnels du GRAVIMAT SHC 502 sont faciles á démonter et ne comprennent aucun matériau toxique et polluant en dehors de quelques composants des circuits imprimés électroniques. Les composants principaux sont l'acier, l'acier spécial, la matière plastique, l'aluminium et le bois. Leur élimination ne pose donc aucun problème.

Les circuits imprimés doivent donc être traités comme des déchets dangereux ou des déchets électroniques spéciaux.

2 Description de l'appareil

2.1 Domaine d'application, utilisation de l'appareil

Le GRAVIMAT SHC 501 est un système de mesure mobile servant à la détermination gravimétrique de la concentration en poussières des gaz dans les conduits.
L'aspiration des gaz contenant de la poussière par la sonde de prélèvement GS 5 (sonde à l'intérieur) est isocinétique (même vitesse). La poussière est retenue par un collecteur de poussière à filtre plat puis pesée.



Figure 2101 GRAVIMAT SHC 501

Des mesures gravimétriques de détermination de la concentration en poussières sont nécessaires :

- pour contrôler les émissions de poussière et le respect des seuils selon la loi du pays sur la protection contre les émissions
- pour contrôler le fonctionnement d'installations de dépoussiérage
- pour le justificatif de garantie de séparateurs de poussière lors de leur réception
- pour l'appréciation du comportement des émissions (par ex. en cas de changement de procédé, d'extension de capacité etc.)
- pour contrôler les paramètres de process
- pour le calibrage d'appareils de mesure continue de la poussière.

2 Description de l'appareil

2.2 Principe de mesure

Dans le procédé gravimétrique, la concentration en poussières est déterminée essentiellement par :

- le prélèvement limité dans le temps d'un volume de gaz extrait
- la mesure du volume de gaz extrait
- la séparation puis le pesage des poussières qu'il contient.

Extraction isocinétique

Pour éviter les erreurs de mesure, l'extraction du débit partiel doit être isocinétique, c'est à dire qu'elle doit s'effectuer à la même vitesse que celle du débit principal. Cela évite la démition et la quantité de poussière exacte et représentative est maintenue sur la section de mesure.
La vitesse du débit principal est mesurée pour que l'extraction soit cinétique. Le débit partiel extrait est réglé de manière à ce que la vitesse d'entrée dans l'ouverture d'extraction du collecteur de poussières soit la même que celle du débit principal.

Collection de poussière

Toutes les particules de poussière du débit partiel sont retenues dans le collecteur de poussière par le filtre. Après l'extraction, le filtre est pesé avec la poussière extraite.
Ce qui suit est décisif pour la précision de la mesure et la plus petite gamme de mesure de la concentration en poussières :

- la disposition des éléments du système d'extraction et de retenue des poussières
- la bonne préparation et après la mesure le bon traitement des filtres de mesure
- la résolution de la balance de précision utilisée.

Sur le GRAVIMAT SHC 501, un système de retenue optimisé (collecteur de poussière LC, cf. chap. 2.4.4) qui est entièrement pesé avec le tube de prélèvement, le filtre et la poussière collectée, est utilisé pour la mesure de concentrations minimales de poussières. Grâce à cela, il n'y a aucune perte incontrôlée de poussière lors du prélèvement des filtres de mesure de la sonde et aucune erreur de mesure due à des concentrations non détectées de la poussière dans le tube de prélèvement.
Grâce à la solution choisie et au faible poids des collecteurs de poussière LC, le GRAVIMAT SHC 501 permet de détecter avec exactitude et fiabilité les plus faibles concentrations en poussières.

Cartographie des vitesses

Les cartographies des vitesses sont nécessaires pour obtenir des moyennes représentatives de concentration sur une section déterminée du conduit. La section du conduit est répartie en plusieurs axes comportant chacun plusieurs points de mesure. La moyenne est déterminée par un échantillon des collecteurs de poussière à tous les points de mesure (cf. VDI 2066 folio 1).

Lors de la répartition d'un échantillon de collecte sur plusieurs collecteurs, il est impératif que les ouvertures d'extraction des collecteurs soient partout les mêmes afin que les échantillons soient exacts.

Il est également possible de fractionner un cartographie des vitesses en des mesures individuelles indépendantes les unes des autres.

Vous trouverez les consignes de répartition de la section des conduits et la disposition des points de mesure à la norme VDI 2066 folio 1.

2.3 Dispositions concernant la méthode de mesure (conformités)

Les dispositions essentielles pour la mesure d'émissions stationnaires de particules sont contenues dans les directives suivantes :

VDI 2066 folio 1	(bases)
VDI 2066 folio 3	(tête de filtre 40 m^3/h)
VDI 2066 folio 5	(détermination du calibre par impacteur)
VDI 2066 folio 7	(tête de filtre plan 1 m^3/h)
ISO 9096	(standard international correspondant)
CENprEN 264	(projet de norme européenne)
VDI 2066 folio 8	(mesure de l'indice de noircissement)

Des dispositions supplémentaires sont contenues à VDI 3950 folio 1 pour le calibrage de dispositifs automatiques de mesures des émissions, par ex. pour la mesure de poussières.

Des consignes de planification de la mesure, du choix de points de mesure représentatifs dans la cartographie des vitesses et du lieu de montage se trouvent à VDI 2066 folio 1.

2.4 Composants du système

2.4.1 Synoptique

Dans la version de base, les composants du GRAVIMAT SHC 501 (voir fig. 2401) sont les suivants :

- Sonde de prélèvement GS5
- Valise spéciale contenant un jeu de collecteurs de poussière
  - Exécution avec collecteur de poussière LC pour les faibles concentrations en poussières
  - Exécution avec collecteur de poussière HC pour les concentrations plus élevées à élevées
- Unité de contrôle SHC-AE501
- En option/pièces de montage (raccord de montage, support spécial).

cf. chap. 8.1

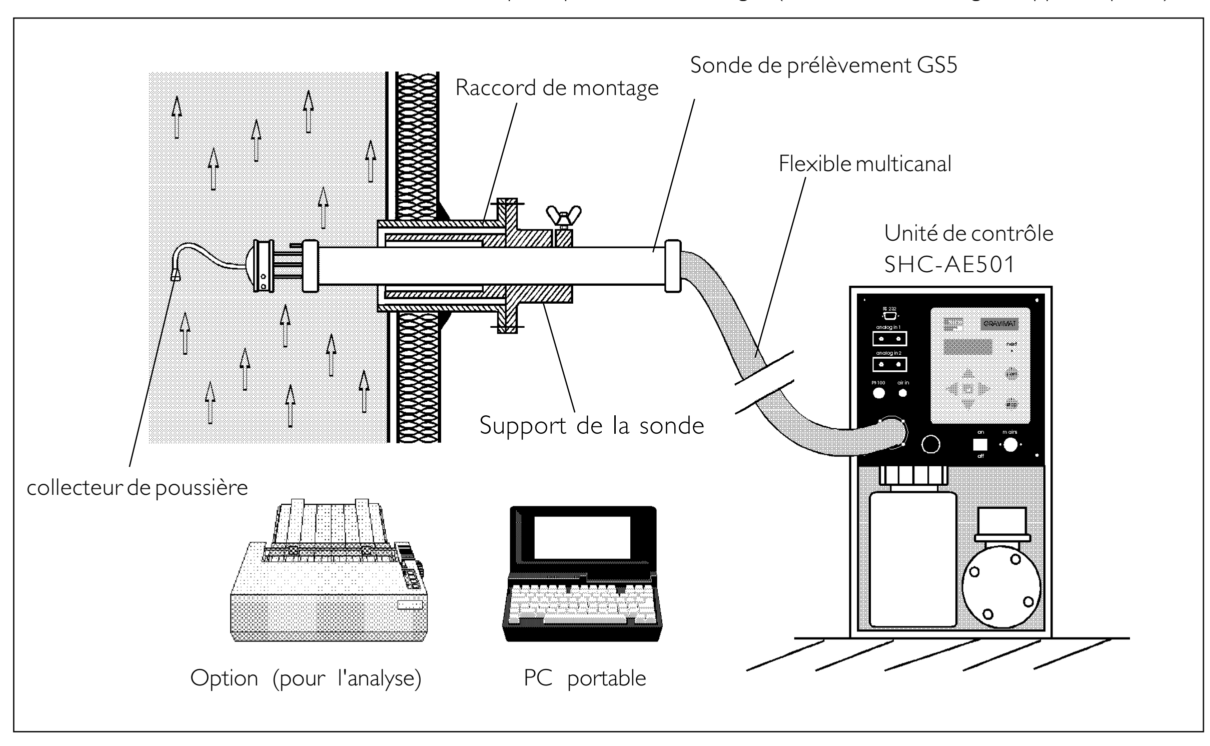


Figure 2401 Synoptique GRAVIMAT SHC 501

La sonde de prélèvement GS 5 s'introduit dans le conduit, collecteur de poussière monté. Le collecteur de poussière retient les particules extraites. Outre le collecteur de poussière, la tête de la sonde comprend les ouvertures de mesure de la vitesse des gaz v et du débit partiel Q ainsi que la sonde de mesure de la température des gaz T dans le conduit.

Le raccord de la sonde de prélèvement à l'unité de contrôle est un flexible multicanal.

L'unité de contrôle commande l'extraction isocinétique et la saisie des valeurs mesurées. Les unités fonctionnelles nécessaires à cela (cf. chap. 2.4.4) se trouvent dans une valise robuste.
Les fonctions de l'appareil sont commandées par le logiciel de commande et de traitement activé dans l'unité de contrôle.

Il est possible au choix de raccorder un PC (portable) ou une imprimante série pour la journalisation des résultats de mesure sur l'interface RS 232 de l'unité de traitement.

2.4.2 Sonde de prélèvement GS 5

Les composants de la sonde de prélèvement sont les suivants :

- Tête de sonde avec fixation intégrée du collecteur de poussière, points de mesure de la pression pour la détermination de la vitesse des gaz dans le conduit et dans le débit partiel et sonde de température Pt 100 pour la mesure précise de la température des effluents gazeux au point d'extraction
- Tige de la sonde en acier spécial
- Flexible multicanal avec conduite d'extraction, conduites de mesure de la pression pour la transmission des signaux de pression vers les capteurs de pression dans l'unité de contrôle et conduite de mesure de la température intégrée.

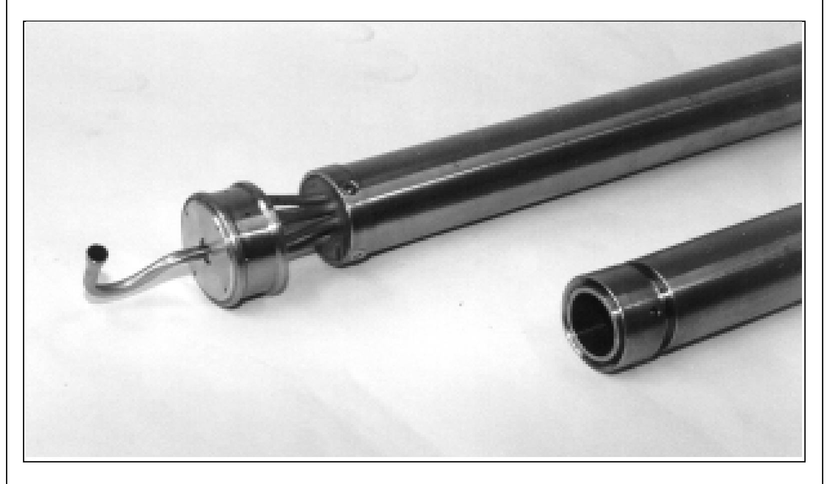


Figure 2402 Sonde de prélèvement avec rallonge

Le principe de construction de la sonde de prélèvement GS 5 est illustré à la figure 2403.

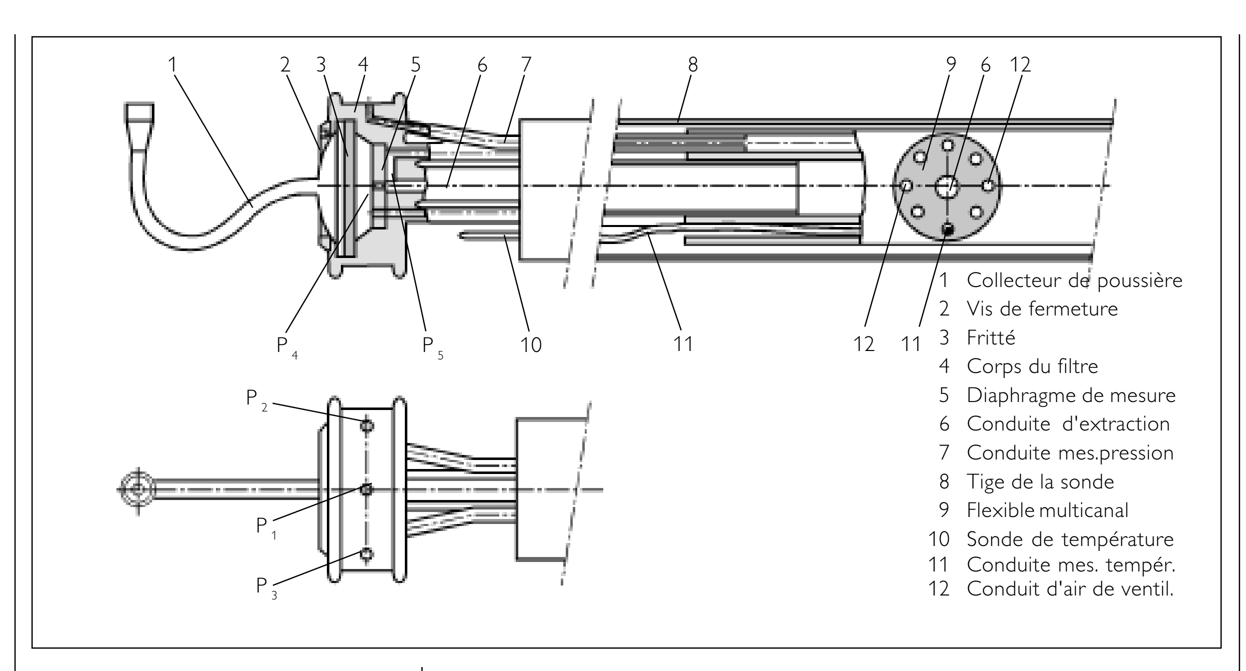


Figure 2403 Sonde de prélèvement GS 5

Description des collecteurs de poussières cf. chap. 2.4.4; Pré-équipement cf. chap. 3.3.2

voir figure 2407

2.4.2.1 Tête de la sonde

Le collecteur de poussière pré-équipé (1) doit être introduit dans le corps du filtre (4). Une vis de fermeture (2) annulaire presse le collecteur régulièrement sur le bord extérieur via la membrane du filtre et le plie contre une bague d'étanchéité. La membrane du filtre repose sur un fritté (3) qui empêche que la membrane soit détruite sous la contrainte de la pression. La rondelle d'appui et la bague d'étanchéité sont utilisables pour des températures de gaz jusqu'à 250 °C. Pour de plus hautes températures de gaz (jusqu'à 400 °C ou 600 °C sur la version HT), n'utiliser qu'un fritté sans bague d'étanchéité (cf. chap. 8). En cas d'utilisation du fritté sans bague d'étanchéité, il faut s'attendre à une erreur de mesure supplémentaire du débit partiel d'au plus 3 %.
Derrière le fritté, un diaphragme de mesure (5) et au-dessus de lui les points de mesure de la pression p_4 et p_5 pour mesurer la chute de la pression servent de base à la détermination du débit partiel.

Outre qu'elle fixe le collecteur de poussière, la tête de la sonde a également la fonction d'absorber la pression dynamique. Pour ce faire, les alésages de mesure de la pression p_1, p_2, et p_3 servant à déterminer la vitesse du débit de gaz dans le conduit et l'angle découlement de la sonde sont disposés sur la surface extérieure cylindrique du corps du filtre.
L'ouverture d'extraction du collecteur de poussière doit être alignée parallèlement à l'alésage de la pression totale (p_1 (entaille sur le bord extérieur du corps du filtre) lors du montage du collecteur.

Une sonde de température Pt 100 (10) est obligatoire à la mesure de la température des gaz.
La tête de sonde, la conduite d'extraction (6) et les cinq conduites de mesure de la pression (7) sont fixées à la tige de la sonde (8). Les conduites (6, 7) et la conduite de mesure de la température (11) débouchent à l'intérieur de la tige de la sonde dans un flexible multicanal (9).

Grâce aux enregistreurs de valeurs mesurées, la sonde de prélèvement fournit tous les signaux de mesure nécessaires au contrôle et à la régulation de l'extraction isocinétique et à la saisie du volume de gaz aspiré.

2.4.2.2 Tige de la sonde

La tige de la sonde (8) en acier spécial a une longueur standard de 1 m. D'autres longueurs sont disponibles en option (cf. chap. 8.3). Il est possible de visser des rallonges spéciales pour les plus grandes profondeurs d'immersion. cf. chap. 8
A l'extrémité de la tige de la sonde est fixée une poignée permettant une meilleure prise. Un ressot de soutien empêche le flexible multicanal de se plier. Un repère sur la poignée indique la position de l'ouverture d'extraction dans le conduit (veiller à la correspondance lors de l'assemblage de la sonde !). cf. chap. 3.5

2.4.2.3 Flexible multicanal

Le flexible multicanal conduit le volume de gaz et les signaux de pression et de température de la sonde de prélèvement à l'unité de contrôle.
Le raccordement garantissant la bonne affectation des signaux de mesure de la pression aux capteurs de pression leur correspondant dans l'unité de traitement relie cette unité à celle de traitement.
Le flexible multicanal a une longueur standard de 5 m. Il est possible d'utiliser une rallonge en option.
Il est injecté de l'air frais dans deux canaux libres du flexible multicanal quand les températures de gaz sont plus élevées (cf. chap. 8.1). L'air frais s'échappe de la tige de la sonde.

Informations sur l'air frais cf. chap.8

Figure 2404 Flexible multicanal avec raccord et connecteur pour sonde de température

2.4.3 Support de la sonde

Il est prévu un support de la sonde, un raccord de montage et un capuchon correspondant pour l'utilisation de la sonde de prélèvement dans le conduit.
Le support en fonte d'aluminium garantit un guidage sûr et en douceur de la sonde de prélèvement. Le tube de protection du support empêche que le collecteur soit endommagé lors du montage et du maniement de la sonde. L'assemblage à baïonnette permet un montage rapide du support de la sonde sur le raccord de montage.
Il est possible de fournir des adaptateurs pour le raccord de montage fournit par le client.

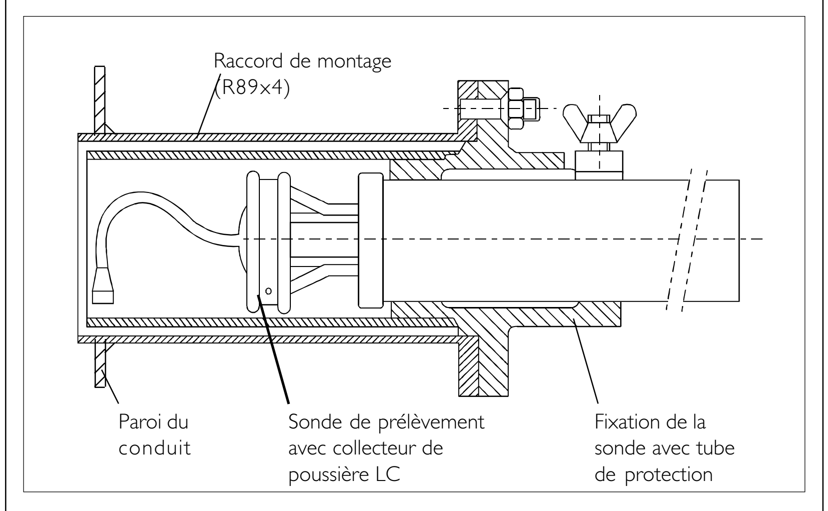


Figure 2405 Fixation de la sonde de prélèvement avant la mesure

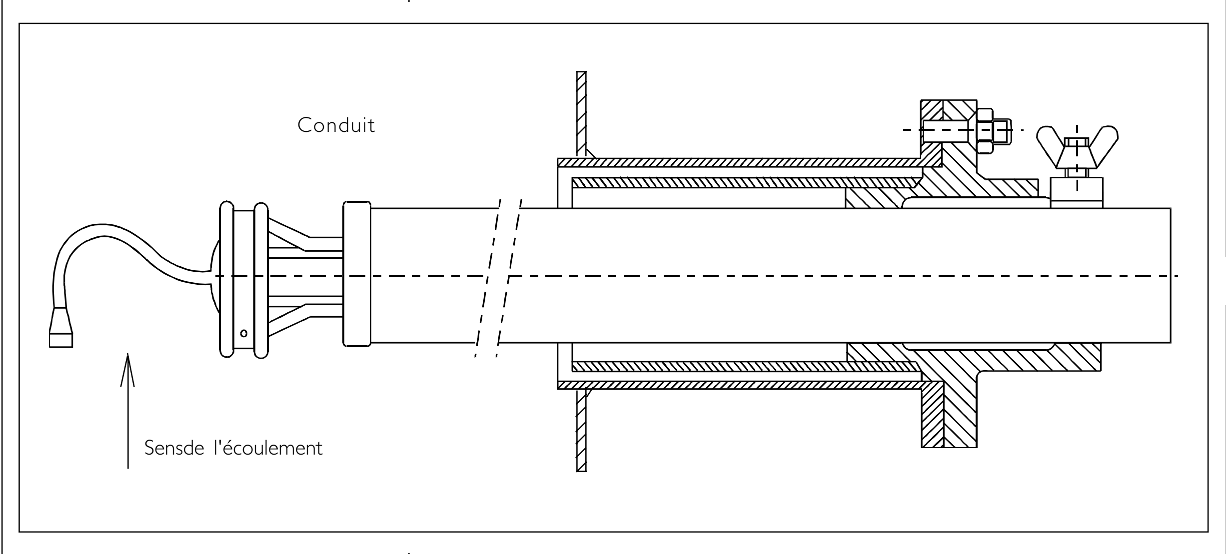
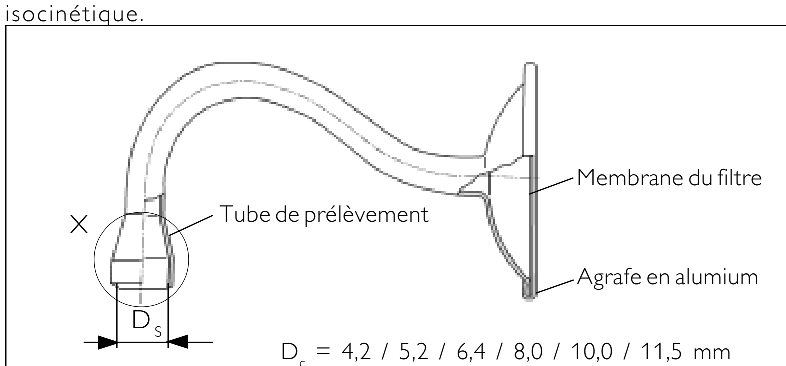


Figure 2406 Sonde de prélèvement en position de mesure

2.4.4 Collecteur de poussière

2.4.4.1 Collecteur de poussière LC

Le collecteur de poussière LC (low concentration) sert à déterminer les concentrations très faibles à moyennes en poussières (cf. chap. 8.1). Le collecteur se compose d'un tube de prélèvement courbe et d'un filtre plat concave dans sa partie arrière.
La membrane du filtre est maintenue sur la partie plate du filtre par un joint en aluminium (cf. chap. 3.3.2).
Les collecteurs ont différents diamètres d'extraction D_S afin d'adapter le rendement d'aspiration du système de mesure complet à la vitesse des gaz dans le conduit, ce qui est un impératif à l'extraction isocinétique.



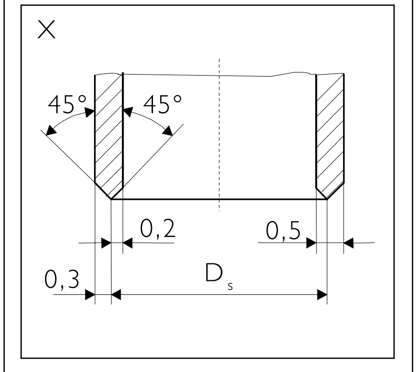
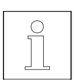


Figure 2407 Collecteur de poussière LC

Tout équipement standard se compose de 24 collecteurs de poussière LC, d'un dispositif d'agrafage et d'un paquet de joints en aluminium, le tout trouvant place dans une valise spéciale (voir figure 2408). Tous les collecteurs sont caractérisés par un diamètre d'extraction Dc et portent un numéro d'enregistrement en continu pour chaque diamètre.



Figure 2408 Valise spéciale avec jeu de collecteurs de poussière LC



Remarque
Le fouloir permet de créer une cavité dans la ouate en quartz de manière à ce que la poussière soit mieux répartie dans la matière filtrante, ce qui augmente sa capacité d'absorption.

2.4.4.2 Collecteur de poussière HC

Le collecteur de poussière HC (High concentration) permet de déterminer les concentrations moyennes et élevées en poussières (cf. chap. 8.1). Il se compose d'une trémie en aluminium de beaucoup plus grand volume que celle du collecteur LC et de tubes de prélèvement interchangeables à diamètres d'ouverture échelonnés. Comme sur le collecteur LC, ces tubes de prélèvement permettent l'adaptation du prélèvement du débit partiel à la vitesse du débit principal dans le conduit.

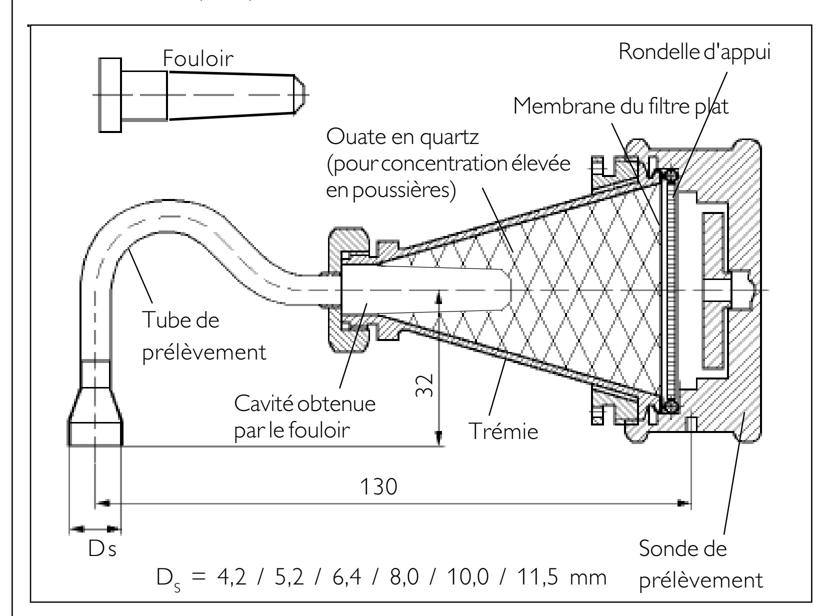


Figure 2409 Collecteur de poussière HC

Le collecteur HC est, comme le collecteur LC, pourvu d'une membrane D=50 mm. La membrane du filtre plat est également fixée au collecteur par un joint en aluminium.
A l'inverse du collecteur LC, le collecteur HC, avec sa ouate de quartz, dispose d'une capacité bien plus élevée d'absorption de poussière (env. 10 × plus, au plus 20 g en fonction du type de poussière) sans que la résistance du filtre plat n'augmente de trop. Suivant le temps de prélèvement choisi et le volume de gaz aspiré, il est ainsi possible de mesurer des concentrations de poussières jusqu'à 50 g/m³ (en fonction du type de poussière).

Le collecteur de poussière HC peut également servir à déterminer de faibles concentrations en poussières (avec ou sans ouate). En raison du poids à vide plus élevé (sans tube de prélèvement env. 25 g, avec tube de prélèvement env. 47 g), l'exactitude de la mesure dépend beaucoup du maniement lors du pesage. Les facteurs en sont :

- l'exactitude de la balance de précision disponible lors du pesage de tout le collecteur
- des pertes possibles de poussière dues au pesage séparé de la membrane du filtre (et de la ouate) et à la poussière éventuellement restée collée au tube de prélèvement et à la trémie.

Tout équipement standard se compose de 4 trémies, d'un jeu de tubes de prélèvement, d'un fouloir ainsi que d'une vis de fermeture, d'un dispositif d'agrafage et d'un paquet de joints en aluminium, le tout trouvant place dans une valise spéciale.



Figure 2410 Valise spéciale avec jeu de collecteurs de poussière HC

2.4.4.3 Collecteur de suie

En employant un collecteur de suie selon VDI 2066 folio 8 dans la sonde de prélèvement, le GRAVIMAT SHC 502 peut être utilisé pour une mesure de l'indice de noircissement conforme à la directive.
Le collecteur de suie se compose d'un trémie (comme pour le collecteur HC) et d'une buse d'entrée spéciale vissée à la place du tube de prélèvement sur la trémie. La buse d'entrée permet un débit régulier et ordonné en direction de la membrane du filtre. L'angle du cône de la trémie répond à la directive VDI 2066 folio 8.

Pour la réalisation d'une mesure de l'indice de noircissement, cf. chap. 4.2.6

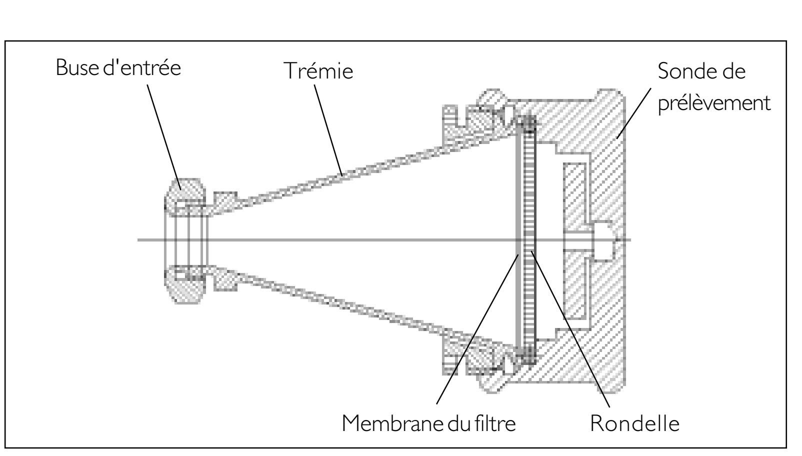


Figure 2411 Collecteur de suie

2.4.5 Unité de contrôle SHC-AE502

L'unité de contrôle comprend tous les modules nécessaires à la saisie des valeurs mesurée, à la commande automatique de l'extraction isocinétique et à la commande du GRAVIMAT SHC 502. Toutes les pièces trouvent place dans une robuste valise. Le couvercle de la valise offre de la place pour des accessoires.
Les composants de l'unité de contrôle sont les suivants :

- Unité électronique
- Collecteur de condensat
- Soupape de réglage, vanne d'arrêt
- Pompe extractrice avec silencieux

Il faut ouvrir la valise pour mesurer. Une fois le montage du dispositif de mesure terminé et les liaisons nécessaires établies (cf. chap. 3), il est possible de lancer le programme de mesure (cf. chap. 4). Il existe pour ce faire deux possibilités :

Variante préférentielle

- Entrée des paramètres, choix du programme et commande du cycle de mesure via PC (portable) et programme de commande SMP502 (cf. chap. 4.2)
  La totalité des fonctions est utlisable dans ce cas. Le clavier à effleurement sur la plaque frontale est bloqué pour empêcher les erreurs de fonctionnement (→ fonctionnement en ligne).
- Commande du clavier à effleurement sur la plaque frontale en utilisant le programme de commande validé dans l'unité de contrôle. Quelques fonctions de traitement ne sont dans ce cas pas disponibles. La journalisation des résultats de mesure peut s'effectuer au moyen d'un PC ou directement via une imprimante avec interface série (fonctionnement hors ligne).



Figure 2412 Unité de contrôle SHC-AE502

2.4.5.1 Unité électronique

L'unité électronique se compose des modules :

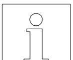
- ▶ Plaque frontale avec
  - ● clavier à effleurement pour choisir les menus
  - ● affichage à cristaux liquides illuminé
  - ● 2 entrées analogiques
  - ● interface RS 232
  - ● dispositif d'alarme acoustique
- ▶ Carte processeur avec modules d'entrée analogique et 2 capteurs de pression
- ▶ Plaque avec 4 capteurs de pression
- ▶ Module d'alimentation électrique de la carte processeur et soupapes avec raccordement pour la pompe extractrice et 2 fusibles

La commande complète des cycles internes est effectuée par la carte processeur. Elle se compose de la commande des soupapes, des touches, de l'activation des LED et de la mesure et du traitement de tous les signaux analogiques des capteurs de pression et de la sonde de température.

Toutes les données de calibrage internes et les configurations faites à l'usine sont mémorisées sur l'EEPROM.

Il est possible de raccorder un PC externe (portable) pour commander le GRAVIMAT avec le programme de commande SMP502 ou, en cas de commande par clavier, une imprimante avec interface série à l'interface RS 232 sur la plaque frontale pour journaliser les valeurs mesurées via un câble d'interface (accessoires, cf. chap. 8.3). Les entrées analogiques servent au raccordement d'appareils de mesure continue de la poussière et/ou d'un appareil de journalisation des variables de standardisation (par ex. la teneur en O_2 ou l'humidité des effluents gazeux).

L'alimentation électrique s'effectue via raccordement au secteur. L'adaptation à la tension secteur locale (230 V ca ou 115 V ca) est obtenue en échangeant la pompe extractrice (cf. chap. 3.5.4).



Remarque
Pour pouvoir mettre le GRAVIMAT en service, la pompe d'extraction de l'appareil doit être branchée (avec un connecteur 7 points).

2.4.5.2 Séparateur de condensat

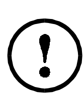
Les effluents gazeux des installations industrielles ont en général une teneur élevée en eau/vapeur. Les pertes de chaleur le long de la conduite de volume partiel provoquent des dépôts de condensat très corrosifs en raison de l'absorption de composants gazeux tels que SO_2, SO_3, HCl etc.. Le condensat qui s'est formé est collecté dans un séparateur de condensat afin de protéger la pompe et la soupape.

2.4.5.3 Pompe extractrice

Il s'agit d'une pompe à tiroirs rotatifs avec moteur asynchrone et condensateur auxiliaire. Le corps de la pompe est en acier spécial. Le rotor et les palettes sont en graphite. Le corps de la pompe est, en service, en grande partie résistant à l'effet corrosif des gaz.



Attention



Une fois la mesure terminée, la pompe extractrice doit impérativement être rincée avec de l'air environnant et séchée afin d'éliminer les restes de condensat. Dans le cas contraire, la durée de vie de la pompe serait sensiblement réduite (les restes de condensat sont corrosifs).

Elle est raccordée par un connecteur multiple 7 points qui assure simultanément l'affectation à la tension secteur existante. La tension d'alimentaton autorisée est notée sur la boîte de jonction de la pompe extractrice (cf. chap. 3.5.4).

Attention



La pompe extractrice doit pouvoir être utlisée avec la tension secteur nécessaire !
Indiquer impérativement la tension d'alimentation nécessaire lors de la commande ou dans le questionnaire technique !

2.4.6 Fonctions de base du GRAVIMAT SHC 502

La sonde de prélèvement et l'unité de contrôle sont reliées de manière fixe entre elles par le flexible multicanal. Le raccord de la sonde de prélèvement au flexible multicanal assure une affectation sûre des conduites de mesure de la pression aux capteurs correspondants.

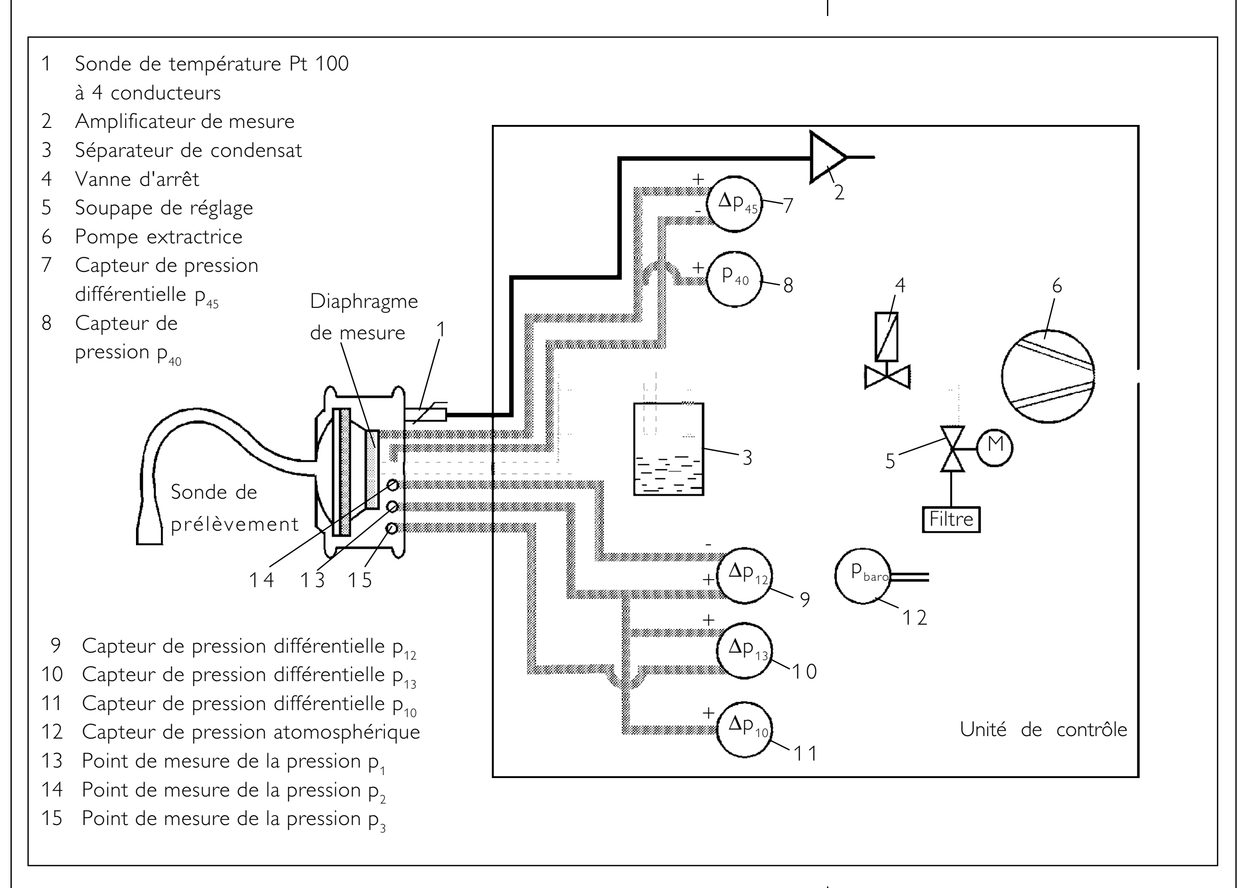


Figure 2413 Principe du fonctionnement du GRAVIMAT SHC 502

Le débit partiel est dirigé vers la pompe extractrice (6) par le séparateur de condensat (3) et la vanne d'arrêt (4) ouverte. La vanne d'arrêt bloque la conduite de volume partiel en amont et en aval de l'extraction pour empêcher les refluements perturbateurs dans le collecteur de poussière.
La soupape de réglage (5) régule l'alimentation en air de pilotage du débit partiel de manière à ce que l'extraction soit isocinétique.

L'échantillon aspiré est déterminé par la mesure du diagphragme. Le capteur de pression différentielle p_{45} (7) (gamme de mesure 0 à 25 mbar) mesure la pression active du diaphragme. La pression p_{40} est de plus mesurée relativement par rapport à celle environnante en amont du diaphragme du capteur de pression (8) (gamme de mesure +100 à -500 mbar).

2 description de l'appareil

$p_{10} = p_1 - p_0 = p_1 - p_{baro}$

La pression p_{10} est mesurée relativement par rapport à celle environnante par le capteur de pression différentielle p_{10} (11) (gamme de mesure –70 à +70 mbar).
Le capteur de pression atmosphérique (12) enregistre la pression d'air environnante dans la plage de 770 à 1250 mbar.

Formules de calcul cf. chap. 9



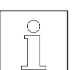
$p_{12} = p_1 - p_2$
$p_{13} = p_1 - p_3$

Les pressions actives (pression différentielles) p_{12} et p_{13} sont déterminées par les points de mesure de pression p_1 (13), p_2 (14) et p_3 (15). Les deux pressions actives sont les mêmes quand l'écoulement est normal (symétrique). Elles sont différentes en cas d'écoulement oblique. Le quotient de ces pressions actives fournit l'angle d'écoulement α dans la gamme de – 22,5° à +22,5° avec une caractéristique standardisée du capteur de pression dynamique. La pression dynamique du débit principal de gaz est déterminée à partir de la somme de ces deux pressions actives au moyen d'une seconde courbe caractéristique standardisée (en fonction de α).
La vitesse des gaz dans le conduit et l'angle d'écoulement sont déterminés à partir de p_{10}, p_{12} et p_{13}.

La sonde de température Pt 100 (1) de la sonde est raccordée à l'unité de contrôle au moyen d'un connecteur multiple à 4 conducteurs. Le câble de liaison entre Pt 100 et le connecteur multiple se trouve dans un des canaux du flexible multicanal.

2.4.7 Accessoires et options

Accessoires cf. chap. 8



Valise SHC5-TU
La valise SHC5-TU peut être utlisée pour transporter les accessoires. Il est possible d'y placer un PC portable, une imprimante, un support de sonde, des outils, des pièces de rechange, une rallonge du câble secteur et des gants de protection. La valise ne fait pas partie de la fourniture standard.

Balance de précision
Une balance de précision est nécessaire au pesage des collecteurs de poussière.
Pour le pesage du collecteur de poussière LC, il est recommandé une balance avec une gamme de mesure allant de 0 à 30 g pour une résolution de 0,1 mg. Pour le pesage du collecteur HC, une balance dont la gamme de mesure est de 50 g est nécessaire.
La balance de précision ne fait pas partie de la fourniture standard.

3 Préparation d'une mesure

3.1 Choix de la section de mesure

Sections en amont et en aval

Le choix d'une section de mesure adéquate à la mesure gravimétrique de la poussière exige une connaissance précise de l'installation. La condition à des valeurs mesurées représentatives, en particulier quand les mesures sont prescrites par les Autorités, sont des profils d'écoulement équilibrés, non perturbés dans le conduit d'effluents gazeux. Ceci est en général le cas sur les longues sections d'entrée et de sortie.

Ce qui suit est valable selon VDI 2066 folio 1 :

Diamètre hydraulique

$$D = \frac{4A}{U}$$

A = Section
U = Périmètre

La longueur des sections d'entrée et de sortie doit être au moins égale à trois fois le « diamètre hydraulique » (la longueur totale doit donc être égale à au moins six fois le diamètre hydraulique). Pour les sections rondes et carrées, le diamètre hydraulique correspond au diamètre du conduit.

Ces dispositions ne devant pas toujours être respectées dans la pratique, il suffit de choisir le meilleur endroit possible sur les installations déjà existantes.

Définition du point d'échantillonnage par des experts

D'autres critères de choix ainsi que la détermination des mesures en différents points sont énumérés à VDI 2066 folio 1. Pour éviter les erreurs de planification, la section de mesure doit être déterminée par un organisme agréé.

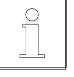
3.2 Préparatifs du client

Nombre et disposition des ouvertures de mesure voir VDI 2066 folio 1.

La réalisation d'une mesure gravimétrique avec le GRAVIMAT SHC 502 est soumise aux impératifs suivants :

- Ouvertures dans le conduit d'effluents gazeux avec raccord de montage monté (en général à souder) d'un diamètre intérieur de > 62 mm,
- à partir d'une hauteur d'ouverture d'env. 1,6 m au-dessus du sol, plate-forme de travail suffisamment grande et sûre avec alimentation électrique et éclairage.

Placer le support de la sonde dans le raccord de montage et le fixer avec un assemblage à baïonnette.



S'il existe déjà un autre raccord de montage sur l'installation, vérifier s'il est possible de l'adapter au support de la sonde avec une bride (cotes de montage voir figure 3101).

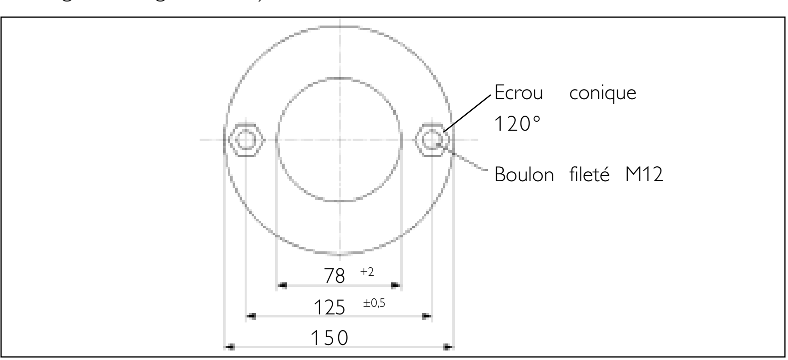


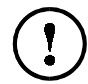
Figure 3101 Bride d'adaptation

3.3 Préparation des collecteurs de poussière

3.3.1 Généralités

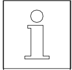
Les collecteurs de poussière doivent être choisis en fonction de la mesure à réaliser (détermination de concentrations faibles ou élevées en poussières ou mesure de l'indice de noircissement). Les collecteurs doivent être préparés avant chaque mesure :

- Nettoyage des collecteurs de poussière
- Equipement des collecteurs avec du matériel filtrant
- Séchage et équilibrage des collecteurs de poussière pré-équipés
- Détermination de la masse à vide des collecteurs par pesage
- Stockage des collecteurs dans une valise spéciale jusqu'à ce qu'ils soient pesés



Attention

La préparation des collecteurs de poussière nécessite la plus grande précaution, en particulier pour détecter de faibles et très faibles concentrations en poussières. Les étapes décrites à la suite ne doivent être considérées que comme base de travail.
Une description détaillée du traitement d'échantillons de poussière est contenue dans la norme européenne CENprEN264.



Remarque concernant les collecteurs LC :

Si le diamètre d'extraction Ds des collecteurs LC utilisés n'est pas connu avant la mesure, préparer plusieurs collecteurs de différents diamètres d'extraction (les collecteurs HC seront pourvus du tube de prélèvement nécessaire sur site).

Nettoyage

La poussière et la graisse doivent être éliminées de sur les collecteurs de poussière vides (sur les collecteurs HC trémie et tube de prélèvement et buse d'entré pour la mesure de l'indice de noircissement) par ex. dans un bain à ultrasons.

3.3.2 Pose de la matière filtrante

3.3.2.1 Collecteurs de poussière LC

Il est possible d'utiliser des matières usuelles d'un diamètre de 50 mm employées pour les filtres plats comme membrane filtrante. Le choix de la matière filtrante dépend de la température maximale possible et de la taille de pores nécessaire. Utiliser de préférence des membranes filtrantes à pores capillaires pour les mesures de concentrations très faibles au-dessous de 1 mg/m^3 ou quand l'exactitude exigée est très élevée. Entre autres avantages, ces microfiltres n'absorbent qu'une très faible quantité d'humidité (tenir compte de la température maximale permise).

La membrane filtrante se fixe sur le collecteur de poussière avec un joint en aluminium. Le joint consiste en une feuille d'aluminium pliée (figure 3301). La bague en alu (1) doit d'abord être tendu concentriquement dans le dispositif d'agrafage (2). Plier ensuite le bord dépassant en enfonçant la pièce (3) par dessus.

Comme à la figure 3302, placer ensuite l'agrafe pré-pliée (4) dans la réservation de la pièce (5) puis la membrane filtrante (6) et le collecteur (7) par dessus. Le collecteur finit d'être fermé en recourbant de nouveau le bord avec une spatule en bois ou en plastique (8) de forme arrondie.

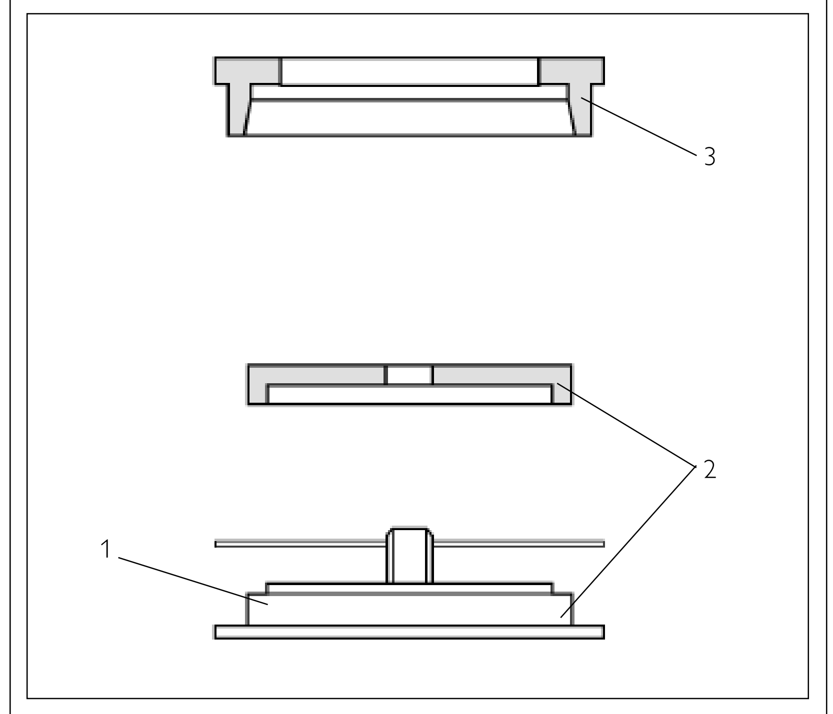


Figure 3301 Fabrication de l'agrafe

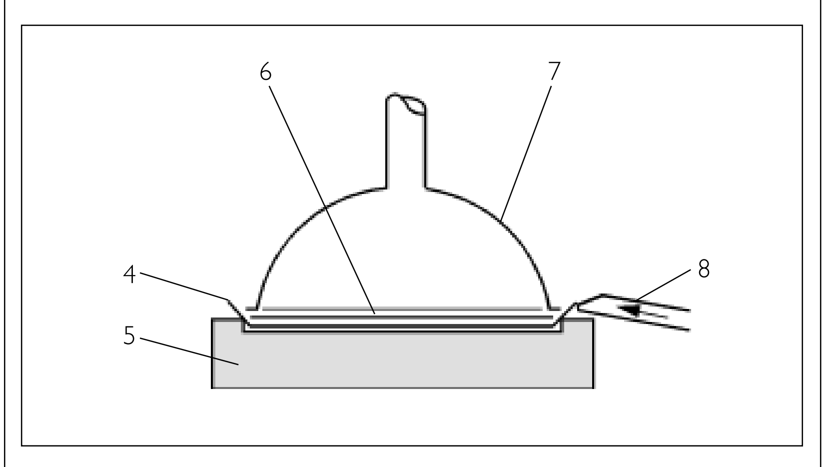


Figure 3302 Fixation de la membrane filtrante

Les collecteurs de poussière ainsi préparés doivent ensuite être séchés dans l'armoire chauffante, conditionnés dans le dessicateur puis pesés (cf. chap. 3.3.3).

3.3.2.2 Collecteur HC

Le collecteur HC pour les concentrations en poussières de > 50 g/m³ se prépare selon la directive VDI 2066 folio 3. Le filtre de mesure se compose ici d'une trémie remplie de ouate en quartz dotée d'un filtre plat du collecteur HC. Il est recommandé d'utiliser de la ouate en quartz d'un diamètre de fibres d'env. 10 µm comme matière filtrante.

Le placement de la ouate en quartz s'effectue comme suit :

- Bourrage
  Remplir la trémie d'env. 3 g de ouate en quartz, fouloir en place. La ouate doit se composer de boules homogènes. Elle doit être placée et comprimée dans la mesure du possible de manière à ce qu'il ne se forment pas de canaux ininterrompus.
- Fermeture
  La trémie remplie doit être fermée selon le chap. 3.3.2.1 avec une membrane filtrante plate de 50 mm de diamètre et une agrafe en alu. Le fouloir doit être enlevé. Le filtre de mesure est prêt.

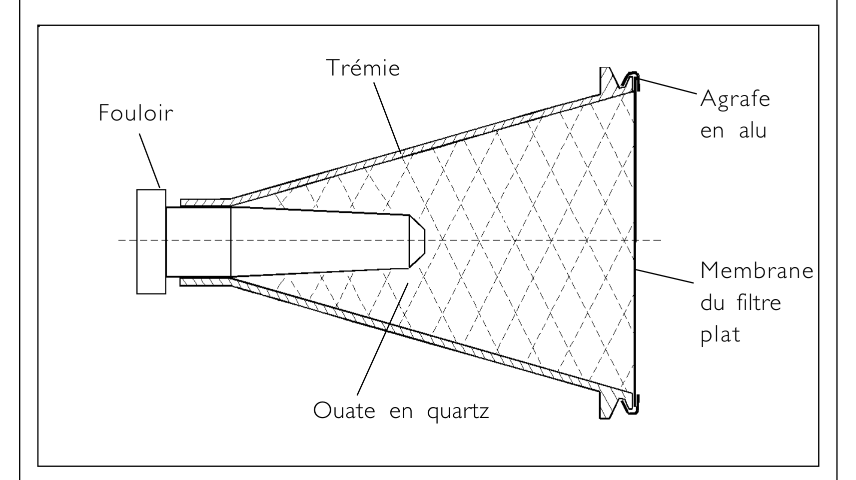


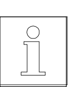
Figure 3303 Préparation du collecteur HC

3.3.3 Détermination de la masse à vide du collecteur de poussière préparé

Séchage

- Laisser sécher les collecteurs de poussière préparés pendant au moins une heure dans le séchoir. La température de séchage doit dépasser celle des gaz sur la section de mesure de 20 K.
- Placer ensuite les collecteurs de poussière pendant au moins 4 heures dans un dessicateur ou tout au moins dans un local tempéré. Les collecteurs doivent être placés dans le même local que celui où le pesage aura lieu.

Remarque concernant les collecteurs HC :



Si le diamètre d'extraction nécessaire est connu avant la mesure, il est possible de visser le tube de prélèvement sur le filtre de mesure avant le séchage et de le peser avec le collecteur.

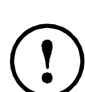
Pesage

En cas d'utilisation d'un dessicateur, les collecteurs de poussière doivent être sortis individuellement de ce dernier et être immédiatement pesés.

Pour éviter les erreur de mesure, la valeur mesurée doit être déterminée pour tous les collecteurs au même moment après avoir été posé sur le plateau de la balance (par ex. toujours au bout de 10 s). Les collecteurs doivent ensuite être déposés dans la valise spéciale.

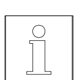


Attention



La balance doit être placée en un endroit non soumis à des vibrations (utiliser une support amortissant si nécessaire).

Remarque

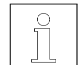


Le point de référence de la balance doit être contrôlé après chaque pesage, en particulier quand il s'agit de déterminer de faibles concentrations en poussières. Il serait dans ces cas là de plus judicieux de créer un point « normal » avec une masse dans la gamme de masse des collecteurs afin de détecter des dérives inacceptables de la balance. Ce « normal balance » doit être pesé toutes les 4 pesées de collecteurs de poussière.

3.4 Transport

Le dispositif de mesure se transporte de la manière suivante :

- Sac avec sonde et au plus 2 rallonges de 1,50 m
- Valise spécial avec collecteurs de poussière LC ou HC préparés, dispositif d'agrafage, joints en aluminium et membrane du filtre plat
- Unité de contrôle dans la valise
- Valise (option) avec support de la sonde, outils et autres accessoires



Remarque
Toujours placer la calotte (voir figure 3501) dans le corps de la sonde de prélèvement GS 5 pour le transport et le stockage.



Figure 3401 Modèle standard de l'emballage du GRAVIMAT SHC502 pour son transport

3.5 Montage du dispositif de mesure

3.5.1 Montage de la sonde de prélèvement GS 5

Sortir la sonde de prélèvement du sac sur le lieu de la mesure. Pousser le support de la sonde jusqu'à la tête de la sonde sur le flexible multicanal. Pousser ensuite aussi la poignée sur le flexible et la visser sur la tige de la sonde. Placer le câble de mesure de la température dans la rainure sur le raccord !



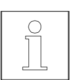
En cas d'utilisation de deux rallonges pour la sonde (cf. chap 2.4.2.3), employer une rallonge de flexible (longueur env. 5 m avec câble pour la sonde de température) pour que le maniement soit plus sûr (accessoires, cf. chap. 8).

La poignée doit être positionnée de manière à ce que le repère corresponde à la position du point de mesure de la pression p_1 sur la tête du filtre. La direction de l'ouverture de la pression globale p_1 peut être soulignée visuellement par une clé à ergots fichée dans deux ouvertures de 2 mm au dois de la tête de filtre.

3.5.2 Placement des collecteurs de poussière

Placer les collecteurs de poussière préparés pour la mesure de la poussière extraite et la calotte (7) pour la mesure de la vitesse/température comme suit (voir figure 3501) :

- Desserrer la vis de fermeture (2) avec la clé à ergots (1) et l'ôter ; extraire la calotte (7).
- Placer le collecteur de poussière (3) sur la rondelle d'appui (4) dans le corps de la sonde de manière à ce que l'ouverture d'extraction (5) montre la direction du repère (6) sur la tête de la sonde.
- Revisser la vis de fermeture (2) de façon à ce que sa surface de pression concentrique presse le collecteur contre la bague d'étanchéité de la rondelle d'appui. (serrer légèrement avec la clé à ergots).
- Placer la calotte (7) au lieu du collecteur de poussière pour les mesure de vitesse/température, le transport et le stockage.



Le placement représenté est celui d'un collecteur de poussière LC. Le collecteur HC doit être placé de la même manière ; utiliser pour cela la vis de fermeture correspondant à ce collecteur.

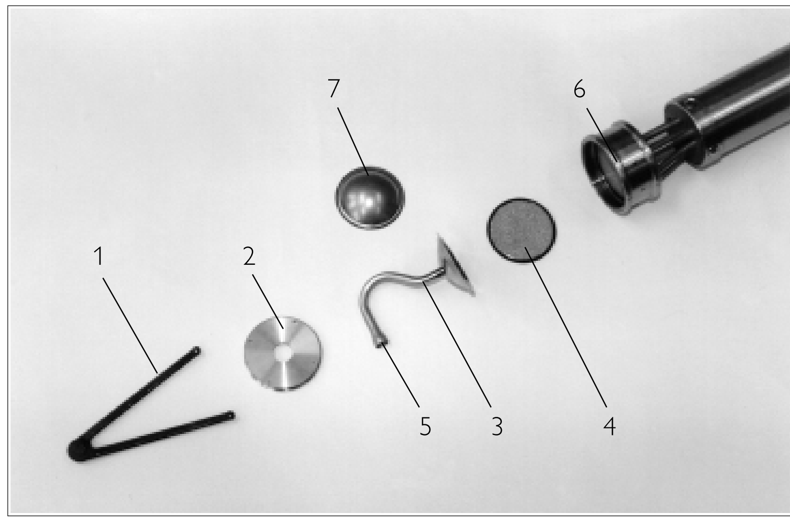


Figure 3501 Placement du collecteur de poussière

3.5.3 Montage et raccordement de l'unité de contrôle

Veuillez observer ce qui suit lors de l'implantation de l'unité de contrôle :

- Le lieu d'implantation doit être protégé contre la pluie.
- Veiller à ce que les voies empruntées par les gaz soient en permanence en pente pour éviter la formation de gouttes d'eau

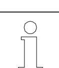


Attention
Aucun condensat ne doit pouvoir retourner dans la sonde après l'arrêt de la pompe extractrice !

Sonde de prélèvement GS 5

La sonde de prélèvement se raccorde à l'unité de contrôle de la manière suivante :

- Dévisser entièrement l'écrou du raccord (voir figure 2404) sur la pièce de jonction du flexible multicanal
- Placer le raccord du flexible multicanal sur la pièce de jonction de l'unité de contrôle de manière à ce que leurs surfaces reposent à plat l'une sur l'autre.
- Bien visser l'écrou du raccord à la main dans le sens desaiguilles d'une montre ; l'écrou doit pouvoir se mouvoir sans difficultés
- Enficher le connecteur de la sonde de température dans la prise femelle et visser.



Remarque
Contrôler que le filet et le joint sur la pièce de jonction ne soient pas endommagés ou sales ; nettoyer si nécessaire le filet avec une brosse métallique, les parties endommagées du filet peuvent être éliminée avec une petite lime triangulaire.



Attention
Aucun outil n'est nécessaire pour serrer l'écrou si les filets sont en bon état !

Interface RS 232

Il est possible de connecter l'interface RS 232 à l'interface série d'un PC portable pour la commande au moyen du programme SMP502 ou à une imprimante pour la journalisation des donnée pour la commande par touches via un câble de liaison.

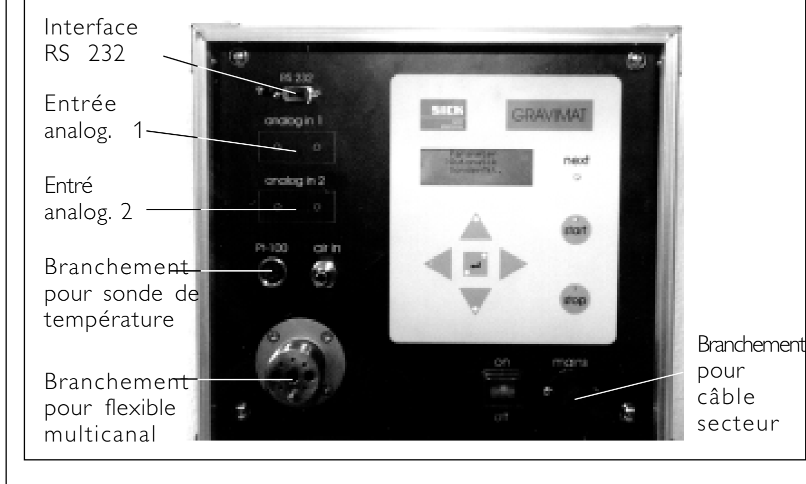


Figure 3502 Branchements de l'unité de contrôle

Entrées analogiques

Les entrées analogiques peuvent être reliées aux sorties analogiques 0 ... 20 mA d'appareils de mesure continue de la poussière ou d'appareils servant à déterminer les variables de standardisation.

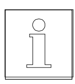
L'alimentation électrique doit être établie via le câble secteur compris dans la fourniture.

3.5.4 Réglage sur la tension d'alimentation existante

L'unité de contrôle est réglée à l'usine sur la tension d'alimentation (115/230 V ca) indiquée dans la commande ou dans le questionnaire technique. Le réglage s'effectue en montant la pompe d'extraction adéquate (selon les raccords repérés dans le connecteur de la pompe).



Attention
L'unité de contrôle ne doit fonctionner qu'à la tension secteur correspondant à la tension d'alimentation locale !
Lors du changement de la pompe extractrice, veiller impérativement à ce que sa tension de service corresponde à la tension d'alimentation locale !



Remarque
La tension de service de la pompe extractrice est indiquée sur le dessus de la boîte de jonction du moteur et du connecteur de la pompe.

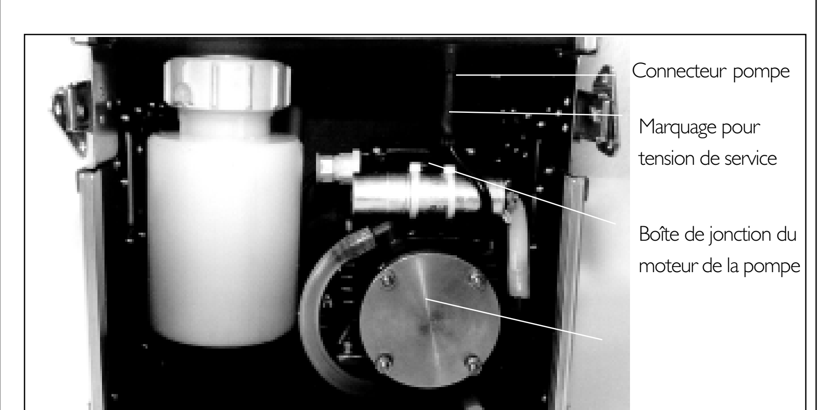
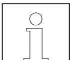


Figure 3503 Pompe extractrice

3.6 Test fonctionnel avant la mesure

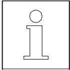
Il est possible de réaliser les test suivants (sans que l'ordinateur soit branché - en fonctionnement hors ligne) pour contrôler la capacité de fonctionnement du GRAVIMAT SHC502 avant la mesure :

- Dans le menu **« Special functions / Manual operations »** contrôler les affichages sans que la sonde de prélèvement soit branchée :
  Vitesse = 0 m/sec
  p_Sonde (p_{40}) = 0 mbar
  Angle = 0 degré
  Si les valeurs affichées sont divergentes, un calibrage du point de référence devra être réalisé (menu « Special functions / Calibration / Zero point » ; cf. chap. 6.3.1)



  Remarque
  L'unité de contrôle ne doit être soumise à aucun courant d'air (vent etc.) !

- Sonde de prélèvement branchée et calotte placée, choisir l'affichage dans le menu « Special functions / Manual operations » et lancer l'extraction (choisir « New Measurement »). Régler la valeur réelle sur MAX avec la touche ▲.
  Si le fonctionnement est normal, les valeurs suivantes doivent être affichées pendant l'extraction :
  Volume aspiré = 0 m³/h
  p_{40} = approx. -500 mbar
  Vconduit = 0 m/sec
  Angle = 0 degré
  Remarque
  La sonde de prélèvement ne doit pas être parcourue par le gaz !



  Si d'autres valeurs sont affichées, vérifier l'étanchéité de tous les câbles (cf. chap. 6.1.2) et contrôler qu'il n'y ait aucun défaut selon le chap. 7.

4 Réalisation de la mesure

4.1 Généralités

Un fois tous les préparatifs nécessaires selon le chapitre 3 terminés, introduire la sonde de prélèvement dans son support monté sur la bride de montage et la bloquer (voir figures 2405 et 2406).

Le pilotage du GRAVIMAT SHC 502 s'effectue de préférence avec le programme SMP502 via PC (portable) relié à l'unité de contrôle par l'interface RS 232. Il peut être aussi piloté grâce au clavier de la plaque frontale de l'unité de contrôle. Il ne dispose pas, dans ce cas, de la totalité de l'étendue fonctionnelle. Les deux possibilités seront décrites dans ce qui suit.

Une fois l'appareil allumé l'affichage à cristaux liquides s'allume et le menu principal apparaît avec :

- ▶ Parameters
- ▶ Evaluation
- ▶ Special functions

Les LED des touches signalent leur disponibilité à fonctionner. Quand une LED n'est pas allumée, la touche correspondante est sans fonction.

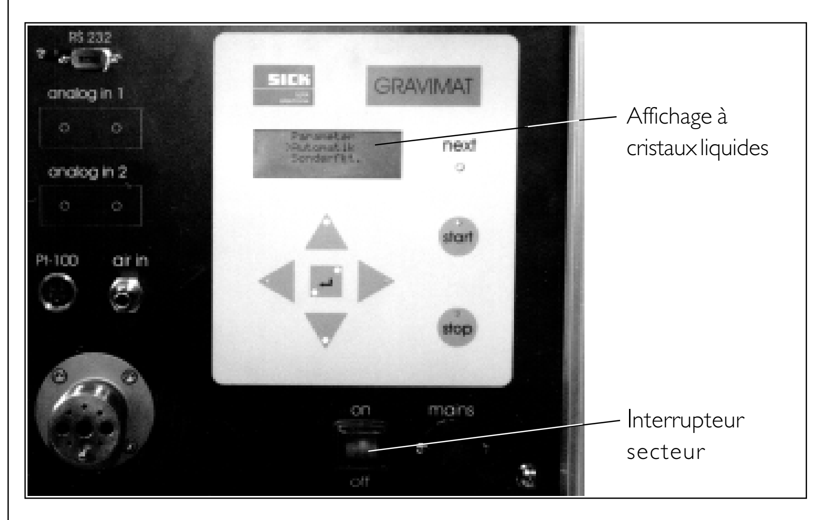
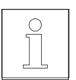


Figure 4101 Plaque frontale unité de contrôle

4.2 Commande avec le programme SMP502



Il est fait référence aux activités Windows dans les opérations décrites à la suite. Veuillez vous reporter au manuel de commande de Windows.

4.2.1 Généralités

Le programme de commande SMP502 fonctionne sous MS-Windows 3.11 (ou plus récent).

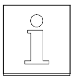
Impératifs

- PC portable compatible IBM avec processeur 486DX, mémoire vive au moins 8 Mo (16 Mo recommandés), lecteur de disquettes 3,5". La fréquence élémentaire doit être d'au moins 66 MHz.
- Câble d'interface pour la liaison entre les interfaces RS 232 de l'unité de contrôle et du PC (accessoires, cf. chap. 8).

Installation

Pour installer le programme, insérer la disquette Disk 1 fournie avec l'appareil dans le lecteur A du PC. Le programme d'installation démarre dans le gestionnaire de programmes sous « File/Set-up » en entrant

A:\Setup



Si le PC portable fait partie de la fourniture, le programme est installé à l'usine dans le répertoire C:\SMP502.

Le répertoire C:\SMP502 est créé de manière standard pour les fichiers du programme. Le programme peut cependant aussi être installé dans un autre répertoire de votre choix. Une fois le répertoire défini, les fichiers sont copiés à l'intérieur en cliquant sur le bouton dans le champ du menu (voir figure 4201).

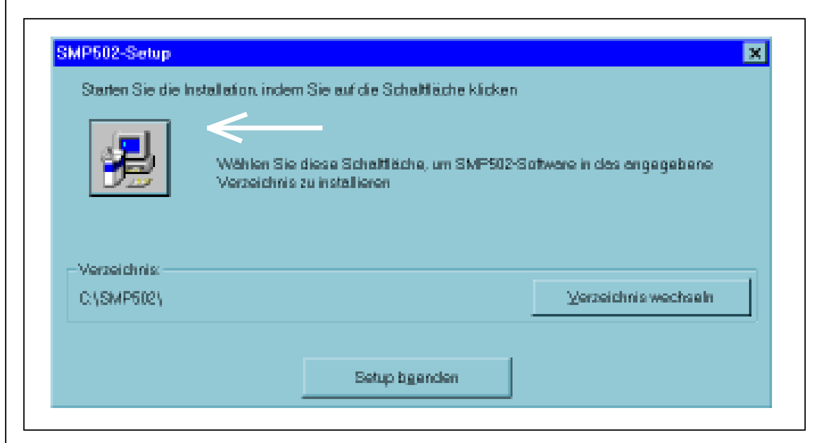
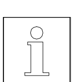


Figure 4201 Menu Setup



Le programme SMP502 peut être appelé automatiquement lors du lancement de Windows en faisant glisser l'icône du gestionnaire de programmes dans le menu « Autostart ».

Lancement du programme

Le programme SMP502 se lance en :

- entrant SMP502.EXE dans le gestionnaire de programmes à « File/Set-up »,
- cliquant sur le nom du programme dans le gestionnaire de programmes,
- cliquant sur l'icône dans le gestionnaire de programmes (automatiquement créé lors de l'installation).

Une fois le programme lancé apparaît le menu principal à l'écran.

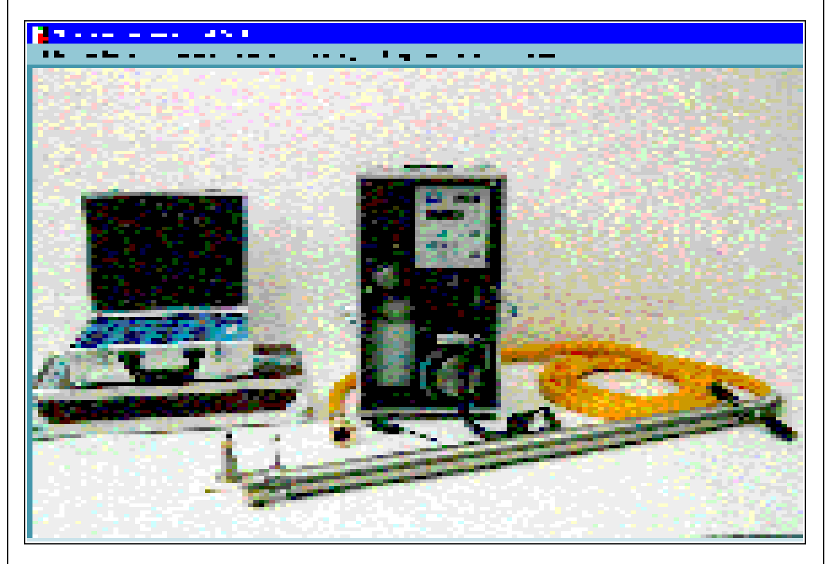


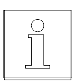
Figure 4202 Menu principal

Etablissement de la connexion

Etablir la connexion entre le PC portable/programme SMP502 et l'unité de contrôle via l'élément de menu « Connection » avant toute mesure ou toute autre opération. Les paramètres sont définis comme suit : 9600 baud, 1 bit de démarrage, 8 bits de données, 1 bit d'arrêt, pas de bit de parité. L'interface désirée se définie en choisissant le champ correspondant (figure 4203).

Remarque

L'établissement de la connexion avec le GRAVIMAT n'est possible qu'une fois l'appareil initialisé.



L'initialisation est terminée lorsqu'apparaît à l'écran :

→ *Parameters*
Evaluation
Special functions

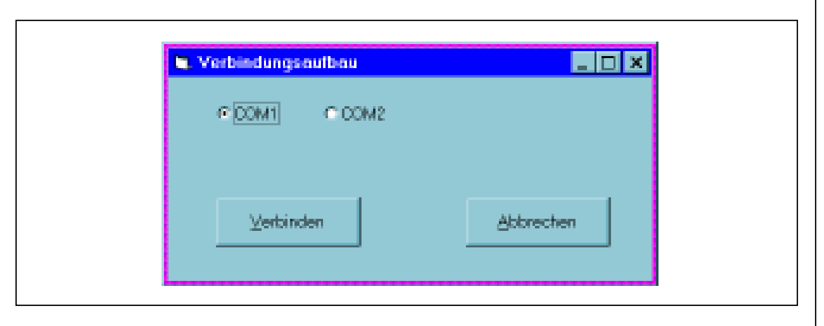
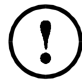


Figure 4203 Menu Interface selection



Attention

La désignation de l'interface (par ex. COM1) et le connecteur multiple branché sur le PC portable doivent correspondre.

Le bon établissement de la connexion est confirmé avec le message suivant :

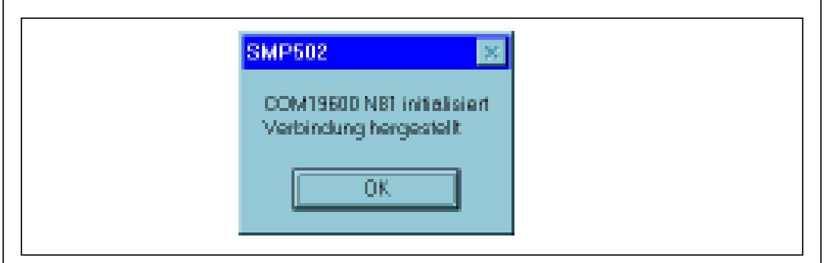


Figure 4204 Confirmation de l'établissement de la connexion

Une fois la connexion établie apparaît le message suivant à l'écran de l'unité de contrôle :

<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<
< SHC 502 <
< online <
<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<

Excepté la touche Stop, le clavier de la plaque frontale de l'unité de contrôle est bloqué quand la commande s'effectue au moyen du programme SMP502.

4.2.2 Description du programme

4.2.2.1 Menu « File »

Ce menu rend les fonctions suivantes possibles :

- New (définitions standard)
  Effacement d'entrées du menu (définitions de paramètres) et de toutes les valeurs mesurées et chargement des valeurs standard (valeurs comp. menu « Paremeters »).
- Load measured values
  Chargement de valeurs mesurées de mesures précédentes
- Protect measured values
  Enregistrement de valeurs mesurées sous un nom de fichier défini
- Reset measurement
  Effacement de toutes les valeurs mesurées précédentes et du n° de collecteur et des masses de collecteur entrées (menu « Parameters »).
  Tous les autres paramètres restent les mêmes.
- Device data Gravimat ⇒ fichier
  Copie des données de l'appareil dans un fichier
- Device data File ⇒ Gravimat
  Copie des données de l'appareil d'un fichier sur le Gravimat

Le chargement et l'enregistrement de fichiers s'effectuent de la manière usuelle sous Windows (choix du lecteur, répertoire, nom de fichier).

4.2.2.2 Menu « Parameters »

Il est possible de procéder à toutes les définitions nécessaires à une mesure ainsi qu'à l'enregistrement d'informations sur la mesure à l'aide du menu « Parameters/Measuring parameters ». Les champs d'entrée possibles sont représentés à la figure 4204. Le passage d'un champ à l'autre s'effectue au moyen de la touche tab ou de la souris.

Champs Informations

Ces champs permettent de donner des indications plus détaillées sur chacune des mesures. Le texte n'est nécessaire que pour l'impression de protocole.

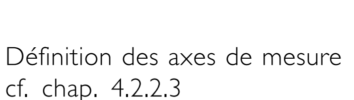
- Engineer
  Entrer ici le nom de la personne dirigeant la mesure.
- Plant
  Indiquer ici une désignation abrégé de l'installation (par ex. centrale thermique XYZ) dans laquelle il est procédé à la mesure.
- Place
  Entrer ici la section de mesure(par ex. 'Bloc A').
- Remarks
  Il est possible d'entrer ici un texte additionnel (par ex. sur le type de mesure).

Meßparameter
Information
Leiter
Anlage
Meßort
Bemerkungen
Messung
Absaugparameter
Meßpunkte / Achse 3
Meßpunktwechsel
Zeit [H:M:S] 0 0 30
Volumen i.B.
Absaugdurchmesser 5,2 () [mm]
Isokinetikfaktor 1
Betriebsparameter
Normdichte feucht 1,35 [kg / m³]
Wasserdampf 15 [%Vol]
O2-Bezugswert 15 [% Vol]
O2-Festwert 12 [% Vol]
O2-Messung
Festtemperatur
Festluftdruck
Analogeingänge
analog in 1
analog in 2
Auswertung
Kanalquerschnitt 1 [m²]
Masse Tara 0 [mg]
Sammler-Nr. 0
Masse Brutto 0 [mg]
Ok
Abbrechen

Figure 4205 Menu Measuring parameters



Champs Mesure
Ces champs doivent être définis avant toute mesure.



Définition des axes de mesure
cf. chap. 4.2.2.3

▶ Extraction parameter

- Points / axis
  Il faut entrer ici le nombre de points de mesures sur un axe de mesure (1 à 75) pour une cartographie des vitesses. Une fois les points de mesure d'un axe traités, la mesure est interrompue dans le mode automatique et peut être poursuivie après avoir changé d'axe. Cela permet de traiter tous les points de mesure au cours d'un cycle de mesure en utilisant un collecteur de poussière. Si un appareil de mesure continue est calibré, il doit être procédé à une nouvelle mesure pour chaque point de la courbe de régression : il doit être créé un nouveau fichier de mesure car pour chaque mesure, un autre collecteur de poussière est nécessaire.
- Change of meas. point
  Le temps d'extraction ou le volume de gaz partiel à aspirer à chaque point de mesure peut se définir ici. Le passage au point de mesure suivant est signalé avant d'avoir atteint le temps d'extraction ou le volume de gaz partiel choisi (comp. chap. 4.2.4). Le temps d'extraction doit être entré dans le format heure : min : sec. Le temps mini pour un point de mesure est de 30 s, le temps maxi d'extraction 23h 59 min 59 sec.
  Le temps de mesure total est la somme du temps d'extraction, du nombre de points de mesure par axe et de celui des axes.



  Attention
  Tenir compte du condensat pour les mesures de longue durée. Interrompre si nécessaire la mesure pour vider le séparateur de condensat ou raccorder un gros récipient.
- Nozzles diameter
  Le diamètre d'extraction du collecteur de poussière utilisé (cf. chap. 2.4.4) doit être entré pour la mesure de l'extraction. Ce diamètre est nécessaire à la détermination du débit de consigne. Le diamètre d'extraction adéquate peut être déterminé auparavant par une mesure de la vitesse/température (mesure v/T cf. chap. 4.2.3). Le diamètre d'extraction peut aussi être estimé lorsque l'utilisateur dispose de l'expérience et des connaissances des conditions de l'installation nécessaires (comp. tableau 4201).

Valeurs en m³/h

Plage de travail de la pompe d'extraction (0,6 - 2,4 m³/h)

ød'extrac.	Vitesse du gaz dans le conduit en m/s								
en mm	5	10	15	20	25	30	35	40	45
4,2	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	1,99	2,24
5,2	0,38	0,76	1,15	1,53	1,91	2,29	2,67	3,06	3,44
6,4	0,58	1,16	1,74	2,32	2,89	3,47	4,05	4,63	5,21
8,0	0,90	1,80	2,71	3,62	4,52	5,43	6,33	7,24	8,14
10,0	1,41	2,83	4,24	5,65	7,07	8,48	9,90	11,31	12,72
11,5	1,87	3,74	5,61	7,48	9,35	11,22	13,09	14,96	16,83

Tableau 4201 Choix du collecteur en fonction de la vitesse du gaz dans le conduit

En cliquant sur le champ avec la souris ou après l'avoir choisi avec la touche tab puis en pressant simultanément les touches Alt et ▼ apparaît un champ de sélection de tous les diamètres d'extraction disponibles.
S'il a été procédé auparavant à une mesure vT, tous les diamètres au moyen desquels l'extraction peut être isocinétique à tous les points de mesure sont repérés par "(*) (=> diamètre d'extraction recommandé).
S'il faut s'attendre à des concentrations en poussières élevées, choisir le plus petit des collecteurs.

- Isokinetic factor
  Dans certaines conditions, il peut être judicieux d'extraire sous ou au-dessus du niveau isocinétique. En entrant un autre facteur que 1, la valeur de consigne de l'extraction est multipliée par ce facteur et l'extraction régulée en conséquence.

▶ Operating parameters
Les paramètres de l'installation doivent être entrés ici.

Comp. chap. 9.2

- Normal density damp
  La valeur entrée ici est utilisée pour le calcul jusqu'à ce qu'une nouvelle mesure avec effacement de tous les paramètres soit lancée (menu « File/New »).
- Water vapour
- O_2-reference value
  O_2-constant (actual value)
  Lors de la sortie du protocole, ces valeurs sont calculées comme suit :

$$c_{\text{é.n.s. (O2)}} = C_{\text{é.n.s.}} \cdot \frac{21 - O_2\text{-valeur de référence}}{21 - O_2\text{-valeur réelle}}$$

$c_{\text{é.n.s.}}$ =Concentration en poussières à l'état normal sec

Il est possible d'entrer des valeurs fixes dans les champs suivants.

- Constant temperature
  L'entrée de la température du gaz dans le conduit permet une aspiration isocinétique, même en cas de panne du dispositif de mesure de la température.
- Constant air pressure
  En cas de panne du capteur de pression atmosphérique, il est possible d'entrer une valeur mesurée de l'extérieur dans ce champ (définition standard 990 mbar).
  Une valeur entrée est remplacée par la valeur standard lors du redémarrage du GRAVIMAT. Après modification dans le menu en désactivant ce champ, la valeur mesurée par le capteur de pression atmosphérique est de nouveau utilisée.
  Une modification/remise à l'état standard ou la désactivation de ce champ ne deviennent effectifs que lorsqu'une mesure est lancée.

- **Analoge input**
  Si un appareil de mesure continue de la poussière est calibré selon la mesure gravimétrique de la poussière, la variable à calibrer (par ex. absorbance, transmission) ainsi que la variable de mesure d'un appareil de mesure supplémentaire destiné à déterminer les variables standard (par ex. humidité du gaz) peuvent être entrées ici. Entrer la variable zéro actif (0,2 ou 4 mA) de l'appareil à calibrer dans le champ « Live Zero ».

Champs Evaluation

Les paramètres suivants ne peuvent être entrés qu'avant la sortie du protocole.

- Duct cross-section
  Entrer ici la surface de la section du conduit. Elle est nécessaire à la détermination du débit principal de gaz et du débit massique de poussière de l'installation.
- Collector Nr.
  Entrer ici la marque d'identification du collecteur de poussière utilisé (1 ... 9999) pour obtenir une affectation claire des données mesurées et du collecteur utilisé.

Traitement des collecteurs de poussière avant et après la mesure cf. chap. 3.3 et 5.1

- Tare mass
  La masse de la tare du collecteur de poussière séché et conditionné, avec agrafe et filtre, définie avant la mesure, doit être entrée ici. Il est recommandé une entrée avant de commencer la mesure.
- Gross mass
  La masse du collecteur chargé de poussière, séché et conditionné doit être déterminée et entrée ici après la mesure. La mesure et le pesage ne se suivant en général pas immédiatement, les données enregistrées lors de la mesure doivent être chargées avant d'entrer la masse brute.

4.2.2.3 Menu « Measurement »
Dans ce menu peuvent être choisis la fonction de calibrage du point de référence et quatre autres types différents de mesure.

Zero point calibration
Il est recommandé avant toute mesure de calibrer les capteurs de pression au point de référence exact à l'aide de cet élément de menu (comp. chap. 6.3).

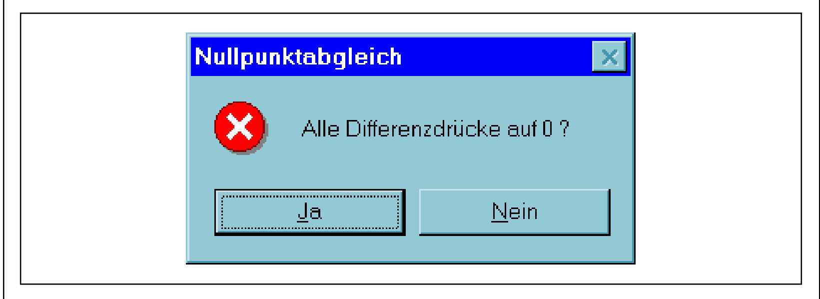


Figure 4206 Menu Zero point calibration

Si un calibrage doit être réalisé, presser le bouton « Yes ». Une fois le calibrage terminé, le menu doit être quitté (figure 4207).

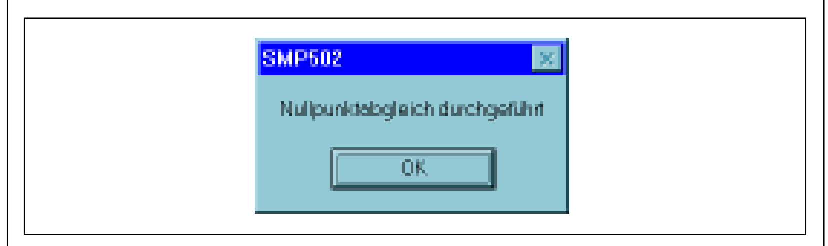


Figure 4207 Menu Exiting zero point calibration

vT-Measurement
La mesure de la vitesse/température (mesure vT) doit être réalisée avant la mesure de l'extraction afin d'obtenir des informations sur les conditions d'écoulement dans le conduit. Cela n'est pas absolument obligatoire si une expérience adéquate existe déjà. Il n'y a pas d'extration pendant la mesure vT ; la pompe est hors fonction et la vanne d'arrêt est fermée.
Les possibilités d'entrée et d'affichage seront expliquées dans ce qui suit à partir de la figure 4208.

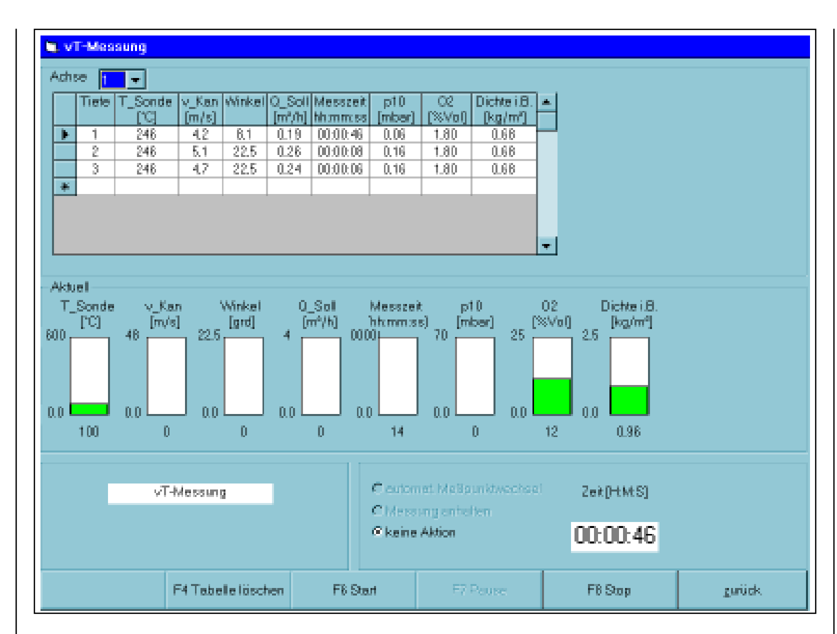


Figure 4208 Menu vT-Measurement

- Axes
  Le numéro de l'axe de mesure s'inscrit dans ce champ. Il est recommandé de numéroter en continu les axes de mesure pour permettre une affectation sans problème aux sections de mesure sur le conduit.
  Les valeurs déterminées sont automatiquement entrées dans le tableau une fois la mesure à un point terminée. Le nombre de lignes dépend du nombre de points de mesure choisis sur chaque axe (cf. chap. 4.2.2.2). Le numéro du point de mesure est indiqué dans le champ « depth ».
- Current
  Les valeurs mesurées actuelles sont visualisées numériquement et sous forme de barres dans ce diagramme.
- Switching fields
  En actionnant les touches fonctionnelles indiquées sur les boutons ou en cliquant sur le bouton avec la souris, l'opération correspondante se déclenche. Le bouton « Stop » mettant fin à la mesure vT s'active après avoir pressé la touche Start.

Mesure de l'extraction isocinétique non simultanée

A l'inverse de la mesure de l'extraction isocinétique simultanée décrite à la suite, la détermination de la vitesse et l'extraction ne s'effectuent pas ici en même temps mais en deux opérations séparées dans le temps. Il est ainsi possible de procéder à une extraction isocinétique aux endroits du conduit auxquels la géométrie de la sonde ne permet pas de mesurer et d'aspirer simultanément (par ex. dans les petits conduits, sur les parois du conduit).

La pression dans le conduit et la vitesse au point de mesure correspondant doivent être déterminés au moyen d'une mesure vT préalable pour réaliser cette mesure.

Lors de l'appel de la mesure de l'extraction isocinétique non simultanée qui suit, les valeurs mesurées lors de la mesure vT sont reprises dans les champs correspondants du tableau d'extraction (voir figure 4209). Le contrôle assure que l'aspiration aura lieu à la vitesse définie dans le tableau. La pression dans le conduit et la vitesse sont inclues dans les calculs en tant que variables constantes prédéfinies.

La touche de fonction F2 permet d'entrer à la main les variables suivantes :

T sonde (0 ... 400°C)
P10 (-70 ... 70 mbar)
v_conduit (0 ... 50 m/s)

pour tous les points de mesure sélectionnés.

Absaugmessung

Achse 1 Isokinetikfehler 90%

Tiefe	T_Sonde [°C]	v_Kan [m/s]	Winkel	Q_Ist [m³/h]	Q_Soll [m³/h]	Volumen [m³]	Messzeit hh:mm:ss	p10 [mbar]	O2 [%Vol]	p40 [mbar]
1	246	5.8	3.1	0.55	0.29	0.001	00:00:04	0.12	1.80	-3
2	246	10.3	4.3	0.62	0.51	0.005	00:00:30	0.29	1.80	-5
3	246	11.0	-0.7	0.62	0.55	0.005	00:00:30	0.45	1.80	-5

Aktuell

T_Sonde [°C]	v_Kan [m/s]	Winkel [grd]	Q_Ist [m³/h]	Q_Soll [m³/h]	p10 [mbar]	O2 [%Vol]	p40 [mbar]
600	48	22.5	4	4	70	25	-600
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
100	0	0	0	0	0	12	0

Absaugsteuerung für d= 5.2 mm
nichtsimultane Isokinetik

nach Zeit [H:M:S] = 0:0:30
automat. Meßpunktwechsel
Messung anhalten
keine Aktion

Zeit [H:M:S] 00:00:04
abges. Volumen [m³] 0,001

F4 Tabelle löschen | F6 Start | F7 Pause | F8 Stop | zurück

Figure 4209 Menu Non-simultaneous isokinetic extraction

La procédure suivante est recommandée :

- Mesure v/T
- Mesure de l'extraction non simultanée
  Réaliser la mesure de l'extraction non simultanée pour les points de mesure sélectionnés.
  Il est possible de stopper la mesure après le traitement de chaque point de mesure. Activer pour cela le champ « **Stop measurement** ». La mesure peut se poursuivre au point de mesure suivant en pressant la touche de fonction F6 ou le bouton correspondant.

L'affichage des valeurs mesurées et la commande via touches fonctionnelles/ boutons s'effectuent de la même manière que pour la mesure vT (comp. figure 4208). Les valeurs mesurées sont enregistrées individuellement pour chaque point de mesure.

Mesure de l'extraction isocinétique simultanée

Lors de la mesure de l'extraction isocinétique simultanée, la valeur de consigne du contrôle d'aspiration du débit partiel de gaz est déterminée à partir des valeurs mesurées du débit principal (vitesse, pression, température) de manière à ce qu'une extraction isocinétique exacte puisse suivre.
L'entrée des axes de mesure, l'affichage des valeurs mesurées et la commande via touches fonctionnelles/boutons (voir figure 4210) s'effectuent de la même manière que pour la mesure vT (comp. figure 4208).

Préparatifs cf. chap. 3

Placer un collecteur de poussière adéquate dans la sonde avant la mesure.
Le diamètre du collecteur à insérer peut être déterminé au moyen de la mesure vT. Le plus grand diamètre d'extraction possible correspond au volume de gaz extrait le plus élevé.

Figure 4210 Menu SImultaneous isokinetic extraction

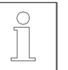
Il existe deux manières de mettre fin à une mesure de l'extraction isocinétique simultanée. Activer pour cela un des champs suivants :

- automatic change of measuring point
  Il est mis fin à la mesure une fois tous les points de mesure d'un axe traités.
- Stop measurement
  Tout comme pour la mesure de l'extraction isocinétique non simultanée, la mesure peut être stoppée après le traitement de chaque point de mesure. La mesure peut se poursuivre au point de mesure suivant en pressant la touche de fonction F6 ou le bouton correspondant.

Soot spot measurement

Ce menu permet une mesure de l'indice de noircissement simple selon VDI 2066 folio 8. Placer un collecteur de suie (cf. chap. 2.4.4.3) dans la sonde de prélèvement avant de commencer la mesure. Le cycle de mesure est en principe le même que pour la mesure de l'extraction isocinétique simultanée avec les différences suivantes :

- Définition du diamètre d'extraction de 10 mm dans le menu Parameters
- Un point de mesure par axe



La définition du volume de gaz partiel à extraire (0,0874 Nm³) s'effectue automatiquement lorsque l'on appelle le menu Soot Spot, elle est entrée dans le menu Parameters.
L'affichage des valeurs mesurées et la commande via touches fonctionnelles/boutons s'effectuent de la même manière que pour les autres types de mesure (voir figure 4211).

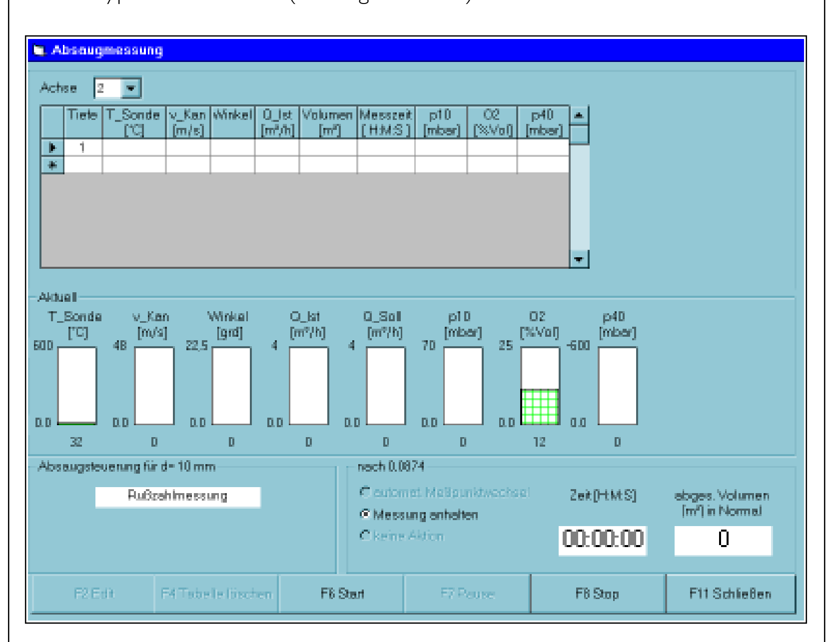


Figure 4211 Menu Soot spot measurement menu

4.2.2.4 Menu « Service/Maintenance »

Ce menu sert à sécher toutes les voies empruntées par les gaz, pompe comprise, après les travaux de nettoyage et d'entretien et à contrôler les paramètres essentiels du système. Pour ce faire, sélectionner les sous-menus suivants :

- Drying ou
- System check

Drying

En pressant le bouton adéquate, il est possible de sécher toutes les voies empruntées par le gaz ou seulement la pompe.

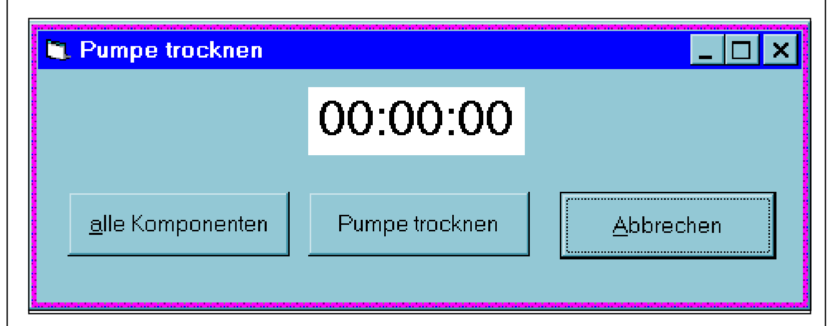
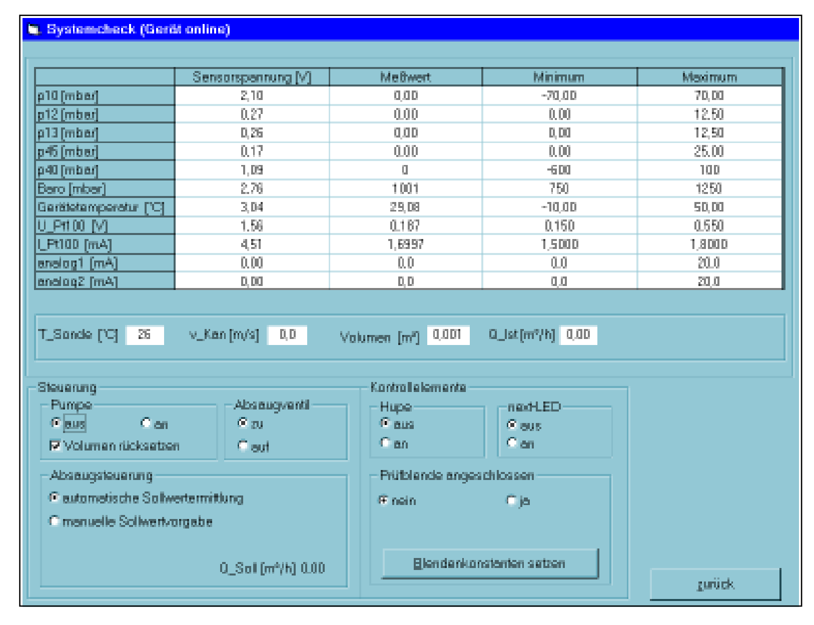


Figure 4212 Menu Drying

System check

Le choix de ce sous-menu permet de contrôler les valeurs des capteurs de pression, de la sonde de température et le fonctionnement de la pompe extractrice , de la soupape d'extraction, de l'avertisseur et de LED NEXT (voir figure 4213).



	Sensorspannung [V]	Meßwert	Minimum	Maximum
p10 [mbar]	2,10	0,00	-70,00	70,00
p12 [mbar]	0,27	0,00	0,00	12,50
p13 [mbar]	0,26	0,00	0,00	12,50
p45 [mbar]	0,17	0,00	0,00	25,00
p40 [mbar]	1,09	0	-600	100
Baro [mbar]	2,76	1001	750	1250
Gerätetemperatur [°C]	3,04	29,08	-10,00	50,00
U_Pt100 [V]	1,56	0,167	0,150	0,550
I_Pt100 [mA]	4,51	1,6997	1,5000	1,8000
analog1 [mA]	0,00	0,0	0,0	20,0
analog2 [mA]	0,00	0,0	0,0	20,0

Figure 4213 Menu System check

Il est possible de définir une valeur de consigne du volume de gaz partiel à extraire (par pas de 0,1 m^3/h) en sélectionnant le champ « manual nominal value input » dans le champ de menu « Extraction control ».

Dans le champ de menu « test aperture connected », il est possible de corriger la valeur d'ouverture du diaphragme dans la sonde de prélèvement après l'avoir contrôlée avec l'agent de contrôle de la mesure du débit (accessoires, cf. chap. 7).

4.2.2.5 Menu « Evaluation »

Ce menu permet d'afficher les valeurs mesurées et calculées

- vT-measurement
- non-simultaneous isokinetic extraction
- simultaneous isokinetic extraction
- Protocol offline measurement

à l'écran du PC portable.

En basculant sur « table », les valeurs mesurées individuelles de chaque points de mesure sont également visualisées. Toutes ces valeurs ne servent qu'à la journalisation, aucune entrée n'est possible !

vT-Protocol

Les valeurs obtenues au moyen de la mesure vT peuvent être affichées avec le menu « vT-Protocol » (figure 4214).



Figure 4214 Menu vT-Protocol

Pour calculer et afficher la concentration en poussières, la masse de poussière tare (masse à vide du collecteur de poussière préparé selon le chap. 3.3) et la masse de poussière brute (après mesure, cf. chap. 5.1) doivent être entrées dans le menu « Meas. parameter ».

Protocole d'extraction (non simultanée)

Les valeurs obtenues lors de la mesure de l'extraction isocinétique non simultanée peuvent ensuite être visualisées à l'écran avec ce menu (figure 4215).



Figure 4215 Menu Extraction Protocol (non-simultaneous)

Protocole d'extraction (simultanée)

Les valeurs obtenues lors de la mesure de l'extraction isocinétique simultanée peuvent être visualisées avec ce menu (figure 4216).

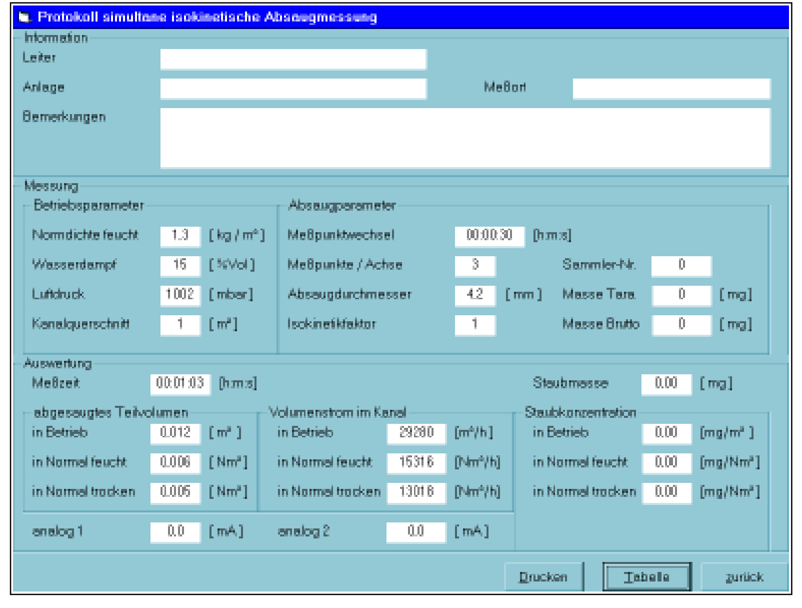


Figure 4216 Menu Extraction Protocol (simultaneous)

Offline measurement protocol

Ce menu sert à établir un protocole pour les mesures en mode hors ligne (PC portable non connecté, commande via clavier selon le chap. 4.3).

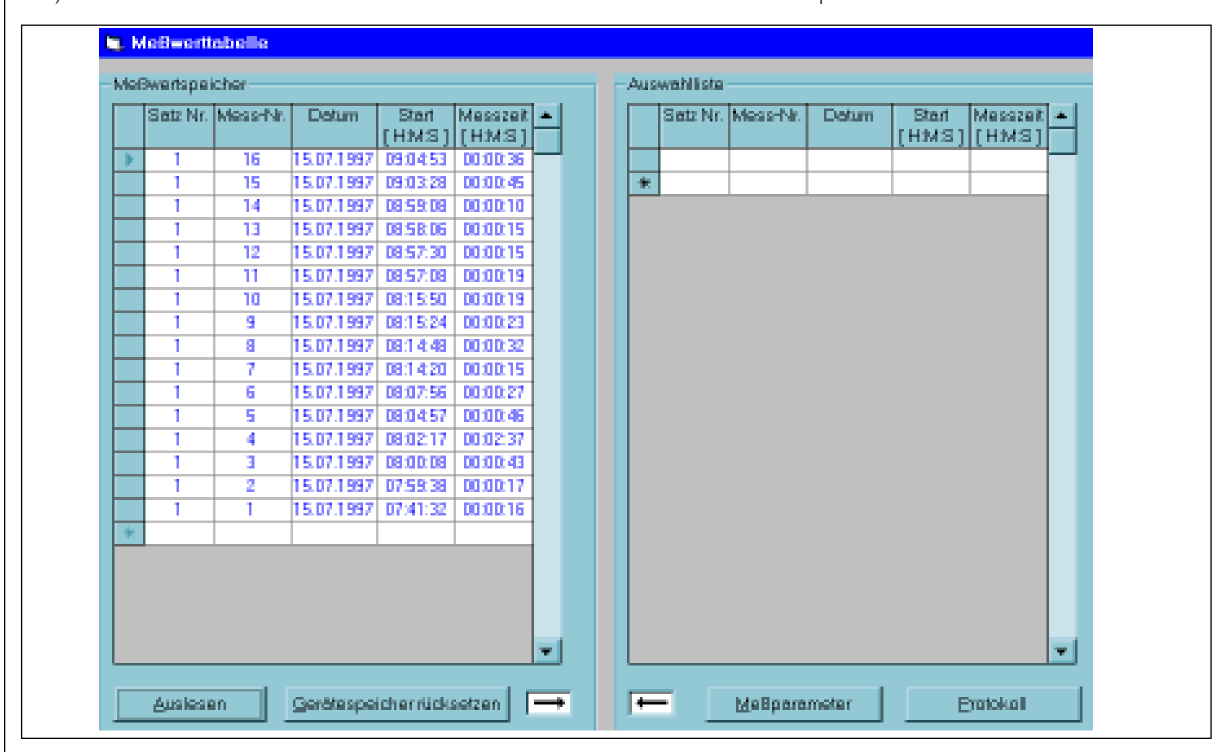
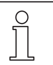


Figure 4217 Menu Offline measurement

Toutes les valeurs mesurées en mémoire sont affichés après avoir cliqué sur le bouton « Read meas. » dans le champ gauche (mémoire de valeurs mesurées). Les valeurs sont ordonnées par groupes selon le « set no. », toutes les mesures portant les mêmes numéro de collecteur, densité standard et humidité étant caractérisés par le même « set no. ».
Il est possible d'extraire les valeurs nécessaires à l'établissement du protocole à partir de cette synoptique. Ces valeurs sont de nouveau visualisées dans le champ droit (list selected measurements). Il est ainsi possible d'exclure des mesures erronées ou incomplètes.
Il est possible de compléter des données (par ex. entrée de la masse brute) en cliquant sur le bouton « Measured values parameters » dans le menu « Parameters » avant d'établir le protocole.
Le protocole de mesure s'établit après avoir cliqué sur le bouton « Protocol ».

Remarque



Le menu « Parameters »pour les mesures sélectionnées ne s'atteint que via le bouton « meas. parameter ». Le menu « Parameters »" normal " (barre de menus pour y parvenir) n'a aucun rapport avec les mesures hors ligne.

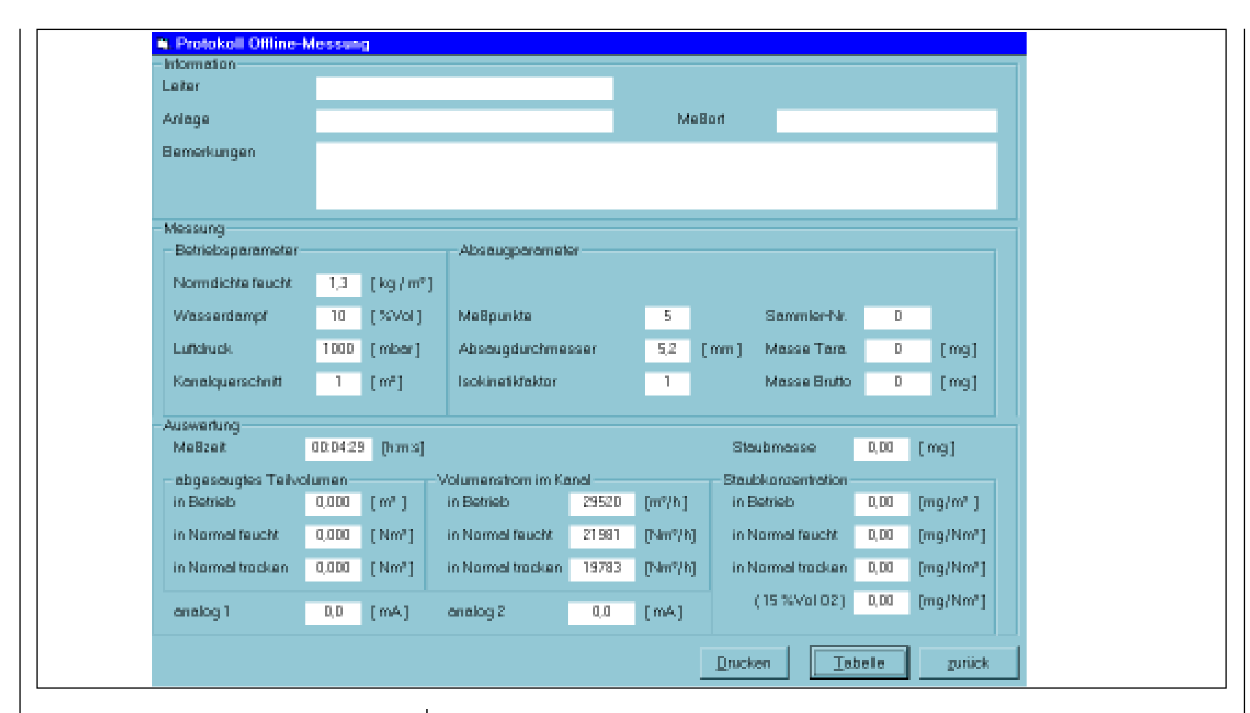
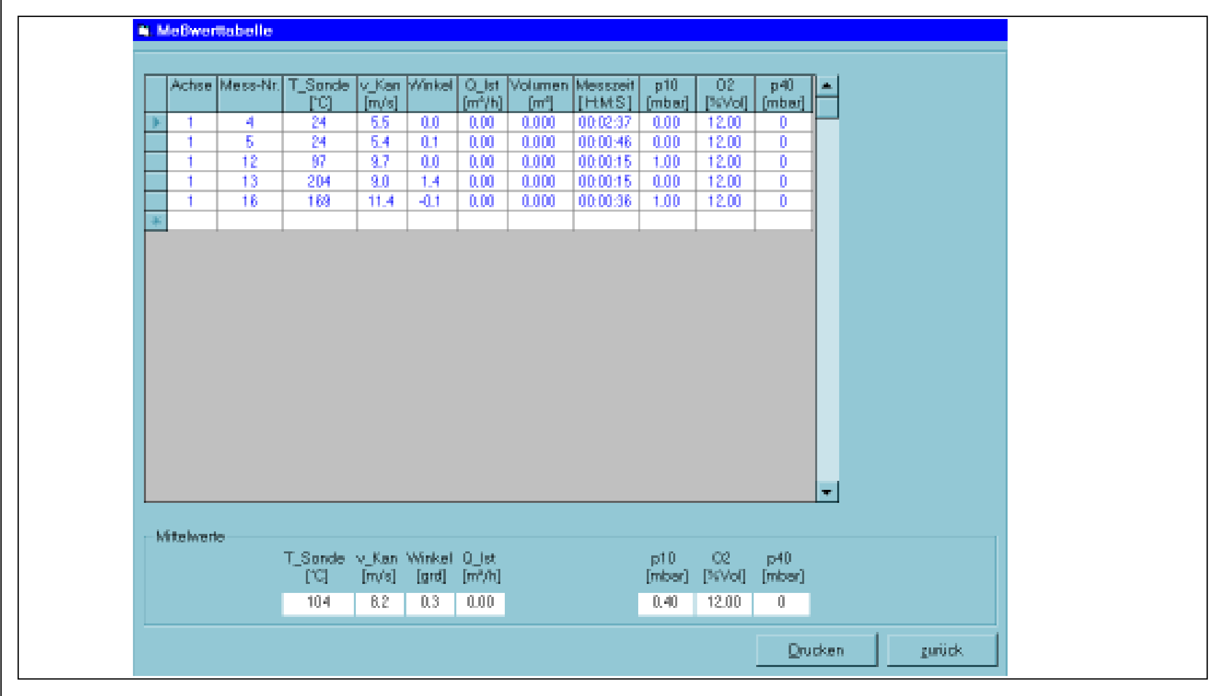


Figure 4218 Offline measurement protocol

Les valeurs mesurées peuvent être représentées sous forme de tableau (bouton « Table ») ou imprimées (bouton « Print »).



Meßwerttabelle

Achse	Mess-Nr.	T_Sonde [°C]	v_Kan [m/s]	Winkel	Q_Ist [m³/h]	Volumen [m³]	Messzeit [H:M:S]	p10 [mbar]	O2 [%Vol]	p40 [mbar]
1	4	24	5.5	0.0	0.00	0.000	00:02:37	0.00	12.00	0
1	5	24	5.4	0.1	0.00	0.000	00:00:46	0.00	12.00	0
1	12	97	9.7	0.0	0.00	0.000	00:00:15	1.00	12.00	0
1	13	204	9.0	1.4	0.00	0.000	00:00:15	0.00	12.00	0
1	16	169	11.4	-0.1	0.00	0.000	00:00:36	1.00	12.00	0

Mittelwerte

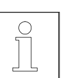
T_Sonde [°C]	v_Kan [m/s]	Winkel [grd]	Q_Ist [m³/h]	p10 [mbar]	O2 [%Vol]	p40 [mbar]
104	8.2	0.3	0.00	0.40	12.00	0

Drucken zurück

Figure 4219 Représentation des valeurs mesurées sous forme de tableau

Sélection des valeurs mesurées nécessaires :

- Cliquer sur le bouton « Read meas. »
- Sélectionner la valeur mesurée désirée au moyen de la barre de défilement dans le champ « measured value memory » (le pointeur se déplace jusqu'à la ligne correspondante dans la colonne gauche)
- Transférer les valeurs sélectionnées au moyen du bouton de basculement ⇒ (en bas à droite) dans la liste de sélection
- Compléter les paramètres dans le menu « Meas. parameters » si nécessaire.
- Cliquer sur le bouton « Protocol »
- Définir le type de sortie (tableau ou impression)



Remarques

- Les valeurs inscrites dans la liste de sélection peuvent être de nouveau effacées avec la touche ⇐
- Un protocole doit être établi pour chaque « set no. » car un calcul est par ex. impossible en cas de plusieurs densités standard.

4.2.2.6 Menu « Options»

Ce menu permet de choisir la langue désirée et de mettre l'avertisseur en/hors fonction.

Language

Une fois ce menu sélectionné, la langue désirée peut être choisie et sont choix confirmé.

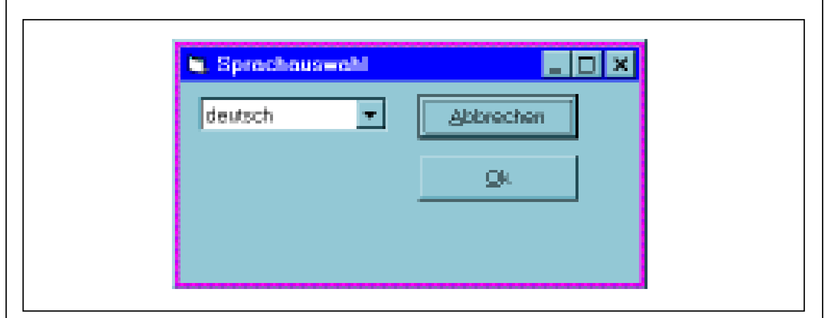


Figure 4220 Menu Language selection

Horn
En cliquant sur ce champ, le dispositif d'alarme acoustique s'active, il retentit 10 s avant la fin d'une mesure et signale ainsi qu'il va y avoir un changement de point de mesure.

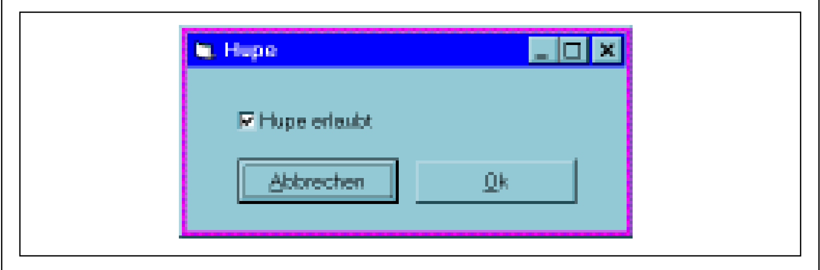


Figure 4221 Menu horn

4.2.3 Réalisation d'une mesure vT

Procédure
- ▶ Oter un collecteur de poussière se trouvant éventuellement à l'intérieur de la sonde et placer la calotte de fermeture de la tête de sonde (cf. chap. 3.5.1)
- ▶ Fixer le support de la sonde à la bride du conduit avec les vis
- ▶ Introduire la sonde dans le conduit et la pousser jusqu'à la première profondeur de mesure. Aligner la sonde de manière à ce que l'ouverture de mesure de la pression p_1 et le repère sur la poignée indiquent exactement la direction de l'axe longitudinal du conduit dans le sens inverse de l'écoulement.
- ▶ Bloquer ensuite l'écrou à oreilles de la sonde dans le support de la sonde (cf. chap. 2.4.3)
- ▶ Lancer le programme SMP502
- ▶ Etablir la connexion avec l'unité de contrôle
- ▶ Entrer les paramètres de mesure nécessaires et les informations correspondantes servant à identifier la mesure dans le menu « Parameters »

Définitions comp. chap. 4.2.2.2

- ▶ Appeler le sous-menu « vT-Measurement » dans le menu « Measuring » et entrer le nombre nécessaire d'axes de mesure

Après avoir pressé la touche F6 ou cliqué sur le bouton Start, il vous est demandé si les valeurs mesurées déterminées doivent d'abord être enregistrées ou recouvertes (figure 4222).

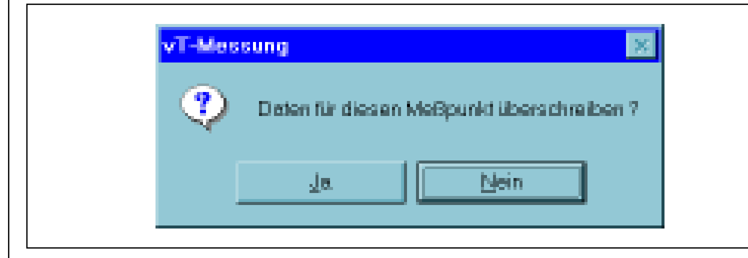


Figure 4222 Champ de menu sauvegarde des donnés avant la fin de la mesure

Votre choix fait, la mesure commence. Il est mis fin à la mesure en pressant la touche F8 ou en cliquant sur le bouton Stop.
La plus courte durée de mesure possible pour un point de mesure est de 15 s.
Une fois la mesure terminée, les dernières valeurs moyennes valables restent inscrites dans la ligne correspondante du tableau.

Déplacer ensuit la sonde vers le point de mesure suivant ou la placer sur l'axe suivant. La mesure peut ensuite être relancée.

4.2.4 Réalisation d'une mesure de l'extraction isocinétique non simultanée

Pour réaliser une mesure de l'extraction, ôter la calotte se trouvant éventuellement dans la sonde et placer le collecteur de poussière préparé selon le chap. 3.3. Introduire ensuite la sonde dans le conduit et la bloquer de la même manière que pour la mesure vT.
Dès que le programme SMP502 a démarré, entrer aussi les paramètres de mesure nécessaires et les informations correspondantes servant à l'identification de la mesure dans le menu « Parameters ».
Appeler ensuite le sous-menu « non-simultaneous isokinetic extraction » dans le menu « Measuring ». Les valeurs déterminées lors d'une mesure vT préalable sont automatiquement reprises dans les champs correspondants du tableau.
Après avoir pressé la touche F6 ou cliquer sur le bouton Start, il vous est demandé comme lors de la mesure vT si les valeurs mesurées obtenues doivent être sauvegardées ou recouvertes (comp. figure 4220). La mesure démarre après avoir fait votre choix et pressé la touche F6 ou cliquer sur le bouton Start.

Lancement d'une mesure

Une LED qui s'allume sur la plaque frontale de l'unité de contrôle (sous « next ») signale visuellement la fin d'une mesure 10 s avant la fin de la durée de mesure définie. Si la fonction « tone permitted » est active dans le menu « options », un signal acoustique retentit en même temps.

Signalement de la fin d'une mesure

Il est mis fin à la mesure après écoulement du temps de mesure choisi ou après avoir pressé la touche F8 ou cliqué sur le bouton Stop.
Une fois la mesure terminée, les dernières valeurs moyennes valables sont maintenues dans la ligne correspondant du tableau.
La sonde doit ensuite être déplacée jusqu'au point de mesure suivant ou placée sur l'axe suivant. La mesure peut ensuite être relancée.

Il vous est demandé avant de repasser dans le menu principal si la pompe doit être séchée ou non (figure 4223).



Attention
La pompe doit être séchée après chaque mesure de l'extraction.

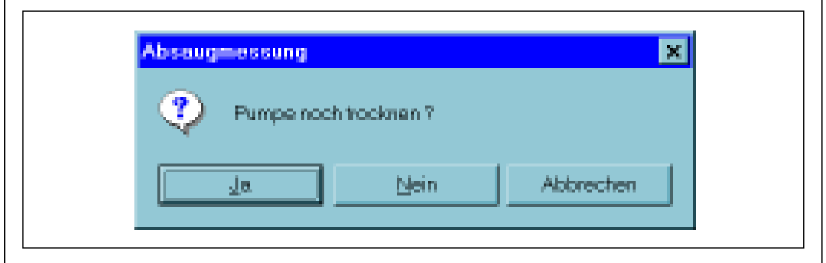


Figure 4223 Champ de menu séchage de la pompe

4.2.5 Réalisation d'une mesure de l'extraction isocinétique simultanée

Les procédures et les actions nécessaires sont les mêmes que pour la mesure de l'extraction isocinétique non simultanée. Les valeurs mesurées nécessaires à la mesure de l'extraction isocinétique sont déterminées simultanément pour l'extraction et pour le calcul de la valeur de consigne du débit partiel.

4.2.6 Réalisation d'une mesure de l'indice de noircissement

Les procédures et les actions nécessaires sont décrites au chap. 4.2.4. Les différences par rapport à la mesure de la poussière sont :

- ▶ Un collecteur de suie préparé doit être placé à la place d'un collecteur de poussière LC (ou HC) dans la sonde de prélèvement
- ▶ Le diamètre d'extraction de 10 mm doit être entré dans le menu « Measuring parameters ».
- ▶ Une fois le volume de gaz partiel devant être extrait obtenu, l'extraction s'arrête automatiquement.

Les particules de suie comprises dans le volume de gaz partiel extrait sont séparées sur le filtre plat. Une fois la mesure terminée, l'indice de noircissement peut être déterminé part traitement optique séparé à partir du degré de noircissement du filtre plat.

4.2.7 Sortie du programme

Le champ de menu suivant apparaît avant de pouvoir quitter le programme de commande SMP502. Il doit être cliqué sur le bouton correspondant.

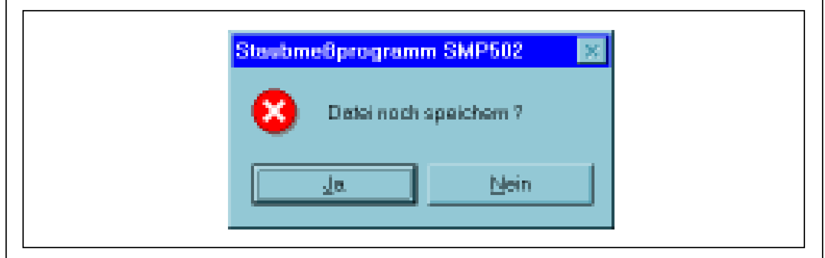


Figure 4224 Champ de menu sauvegarde de données avant de quitter le programme



Attention

Une fois toutes les mesures terminées et après avoir extrait la sonde de prélèvement du conduit, les voies parcourues par le gaz doivent impérativement être rincées et séchées. Il ne doit se trouver aucun collecteur de poussière et aucune calotte dans la tête du filtre.

4.3 Commande par clavier

4.3.1. Généralités

Le clavier de l'unité de contrôle permet de sélectionner les fonctions suivantes :

- Parameters
  Définition des paramètres de mesure (diamètre d'extraction, numéro de collecteur, densité standard des effluents gazeux humides, humidité du gaz, température constante)
- Automatic
  Extraction automatique, isocinétique avec au choix l'affichage des variables (volume de gaz partiel extrait, vitesse et température des effluents gazeux dans le conduit, débit partiel, pression dans la sonde p_{40}, angle d'écoulement de la sonde)
- Special functions
  Pour le contrôle des fonctions, le calibrage, le choix de la langue, le mode manuel, le mot de passe, la mémoire des valeurs mesurées. Des fonctions de service spéciales deviennent disponibles en entrant un mot de passe.

Touches disponibles pour la commande du cycle de mesure

- Panneau de touches curseur pour la sélection de menu et la définition des paramètres
- Touche Start pour commencer l'extraction
- Touche Stop pour arrêter l'extraction et interrompre une entrée (fonction échap)

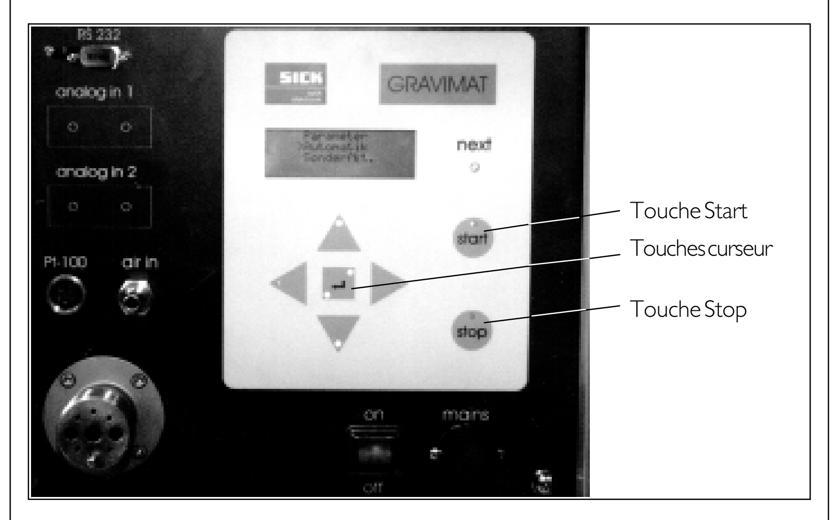


Figure 4301 Touches unité de contrôle

Les définitions suivantes sont possibles avec les touches curseur :

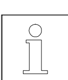
- Touche ↵
  - Confirmation d'un élément de menu choisi et passage dans le sous-menu
  - Confirmation d'un paramètre choisi et passage dans le mode Edition
  - Confirmation d'une entrée/sélection et sortie du mode Edition.

- Touches ▲ et ▼
  - Sélection d'un sous-menu dans le menu principal
  - Dans le sous-menu retour au menu principal (touche ▲) et interruption
  - Dans le mode Edition choix du chiffre directement supérieur (touche ▲) et directement inférieur (touche ▼)
  - Dans le menu « Manual operation » définition du débit partiel par : le choix de l'affichage « Volume flow » et quand la pompe extractrice est en fonction la modification de la valeur réelle qui suit.

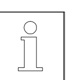
- Touches ◄ et ►
  - Dans le sous-menu sélection de paramètres, de fonctions ou de valeurs mesurées
  - Dans le mode Edition, changement de la position du curseur entre les chiffres supérieurs ou inférieurs.

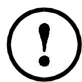
Sauvegarde de valeurs mesurées

Dans le GRAVIMAT SHC 502, les valeurs mesurées sont sauvegardées sous un numéro de série de 1 ... 75 en pressant la touche Stop quand la mesure est terminée. Cela permet de poursuivre la mesure en repressant la touche Start.
Le dernier numéro sauvegardé est affiché à l'écran à cristaux liquides à gauche dans la première ligne. En pressant la touche Start, la somme au compteur augmente de 1.
Il est opportun d'effacer la mémoire de valeurs mesurées avant de débuter une nouvelle série de mesures afin de disposer de l'emplacement maximal de mémoire (menu « Special functions/Save measured values/Save », cf. chap. 4.3.2.3).



Remarque
Une fois le GRAVIMAT allumé, le dernier numéro sauvegardé et les emplacements de mémoire encore libres sont affiché à l'écran à cristaux liquides (dans la mesure où il n'y a aucun message d'erreur).

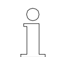




Attention
Contrôler avant une mesure si l'emplacement de mémoire disponible suffit pour le nombre de mesures prévues !
Quand 75 mesures ont été faites, les valeurs de la dernière mesure sont recouvertes lors d'une mesure supplémentaire. Il n'est possible que d'effacer la totalité de la mémoire de valeurs mesurées, il est impossible d'effacer des mesures individuelles !

4.3.2 Description du menu

4.3.2.1 Menu « Parameters »



Détermination du diamètre d'extraction optimal cf. chap. 4.3.3

Détermination de la densité standard et humidité du gaz cf. annexe chap. 9.2

Le menu « Parameters » comprend les possibilités de définition suivantes :

- Diameter (diamètre d'extraction du collecteur de poussière)
- Collector no. (numéro du collecteur de poussière utilisé pour l'enregistrement de l'échantillon)
- Normal density damp
- H_2O humidity (humidité du gaz)
- PT100 constant température (entrée d'une température constante au lieu de la valeurs mesurées de la sonde de température
- Protocol.

Les valeurs de base nécessaires à l'extraction isocinétique peuvent ainsi être définies.
L'élément de menu « Protocol » permet de contrôler ensuite la définition.

La sélection s'effectue selon le schéma suivant :

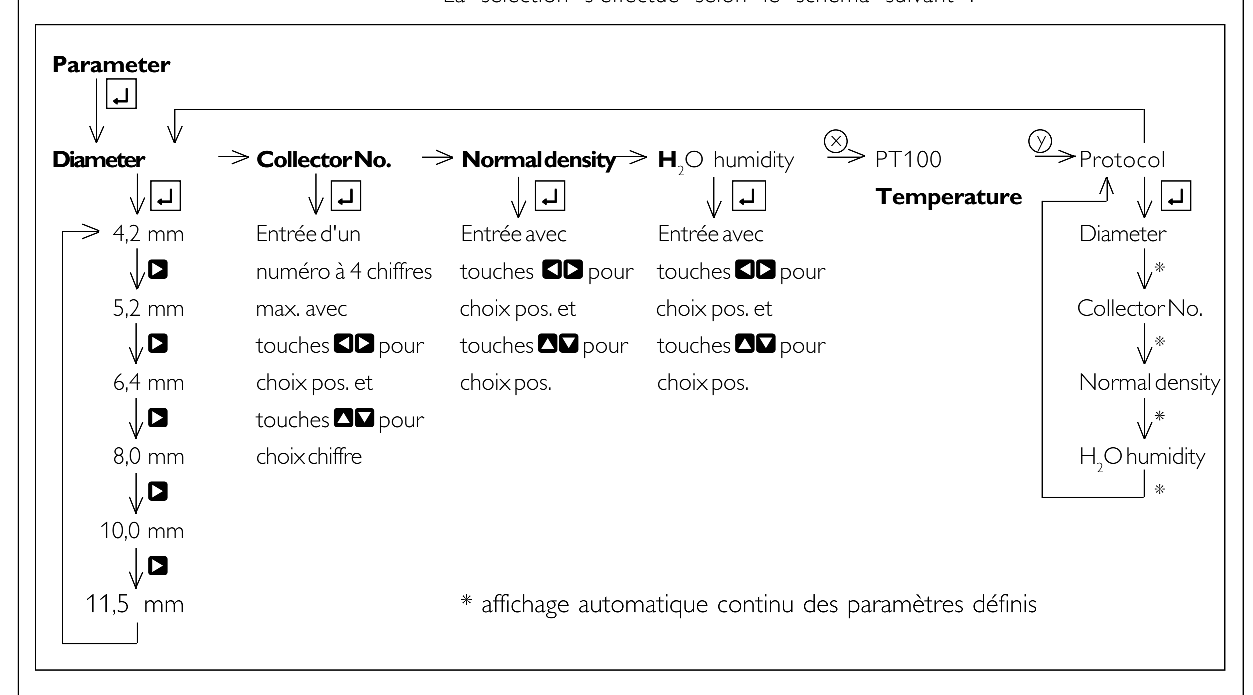


Figure 4302 Déroulement des opérations dans le menu « Parameters »

En entrant la température du gaz dans le canal, une extraction isocinétique est aussi possible quand le dispositif de mesure de la température est défectueux (défaut de la sonde de température par ex.). Les opérations nécessaires sont représentées dans le schéma ci-dessous.

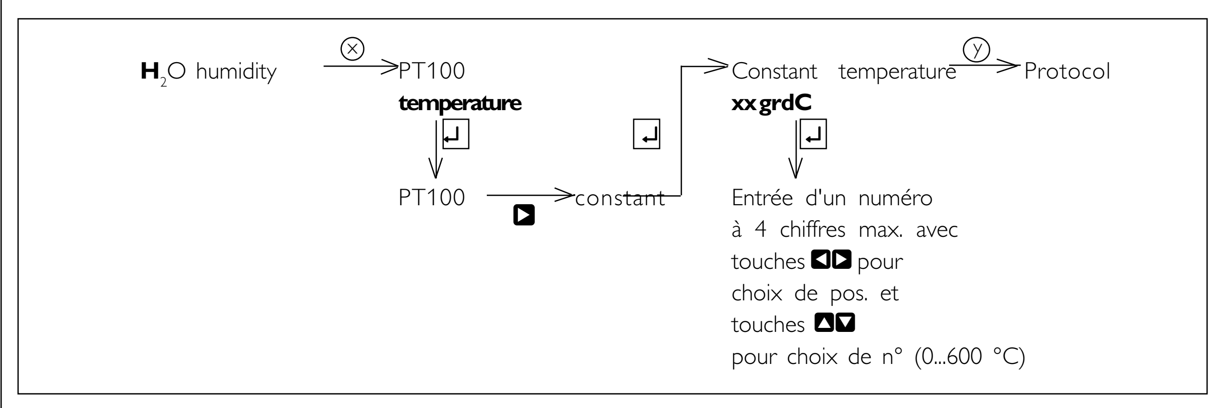
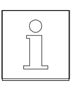


Figure 4303 Déroulement partiel quand la température constante est active



Remarque
Les déroulements d'opération décrits aux figures 4302 à 4307 ne sont représentés que dans un sens. Ils peuvent aussi s'effectuer dans le sens opposé.

4.3.2.2 Menu « Automatic »
Le menu « Automatic » permet de réaliser toutes les opérations nécessaires à l'extraction isocinétique.
Une extraction commence et se termine en pressant la touche correspondante (cf. chap. 4.3.3).

Pendant l'extraction sont affichés le temps d'aspiration et au choix les valeurs actuelles de mesure ou celles calculées

voir figure 4306

- extraction volume (volume de gaz partiel en m³)
- velocity (vitesse du gaz dans le conduit en m/s)
- temperature (température des effluents gazeux en °C)
- volume flow (débit partiel en m³/h)
- p_probe (p_{40}) (pression dans la sonde en mbar)
- Current input 1
- Current input 2
- angle (angle d'écoulement en °)

à l'écran à cristaux liquides.
Après le paramètre « angle » vient l'élément de menu
- Dry pump.

Dans l'élément de menu suivant
- Measuring protocol,

il est possible d'appeler les valeurs moyennes mesurées et calculées à la fin de l'extraction.

4.3.2.3 Menu « Special functions »

Les fonctions représentées dans le schéma suivant peuvent être sélectionnées dans ce menu de manière standard.

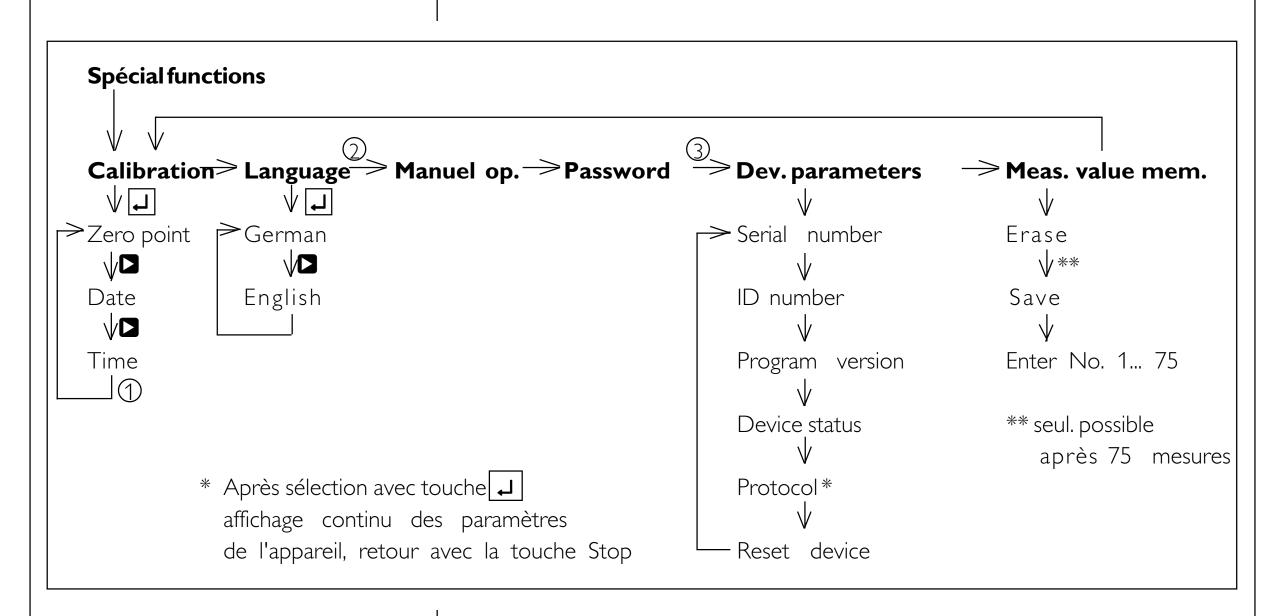


Figure 4304 Synoptique des fonctions spéciales

Après avoir entré le mot de passe de niveau 2 (seulement pour le service), les définitions supplémentaires suivantes sont possibles :

Calibrage

Identification 1 ◯

La constante du diaphragme peut être entrée ou corrigée après avoir réglé le temps.

Service

Identification 2 ◯

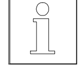
L'élément de menu « Service » suit celui de « Language » avec les valeurs actuelles suivantes pour :

- Pressure sensors (p_{10}, p_{12}, p_{13}, p_{40}, p_{45}, pression atmosphérique),
- Device temperature
- Pt100 temperature sensor (courant, voltage)
- Current inputs 1 and 2
- Volume flow
- Temperature

Variable de réglage

Identification 3 ◯

L'élément de menu « Control variable » suit celui de « Password » avec les possibilités de définir la constante de temps (moyenne, lente, rapide), le débit minimal, le facteur isocinétique.



Remarque

Les définitions et les affichages de l'élément de menu « Manual operation » sont décrits au chap. 4.3.4.

4.3.3 Mesure de l'extraction

L'extraction d'un volume de gaz partiel peut commencer après avoir sélectionné et entré les paramètres de base nécessaires selon le chap. 4.3.2.
L'opération se déroule selon le schéma suivant :

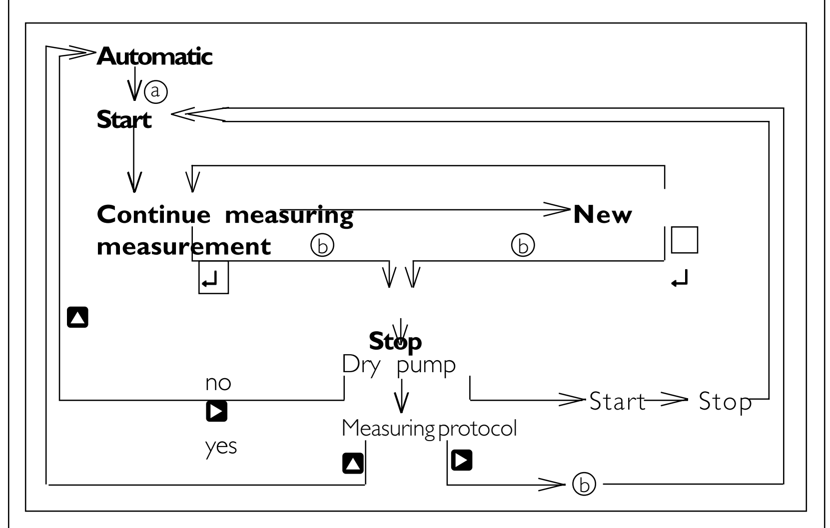


Figure 4305 Déroulement des opérations menu « Automatic »

Affichage des valeurs mesurées

Après avoir sélectionné le menu « Automatic », les valeurs mesurées suivantes peuvent être visualisées comme suit à l'écran :

Identification a◯

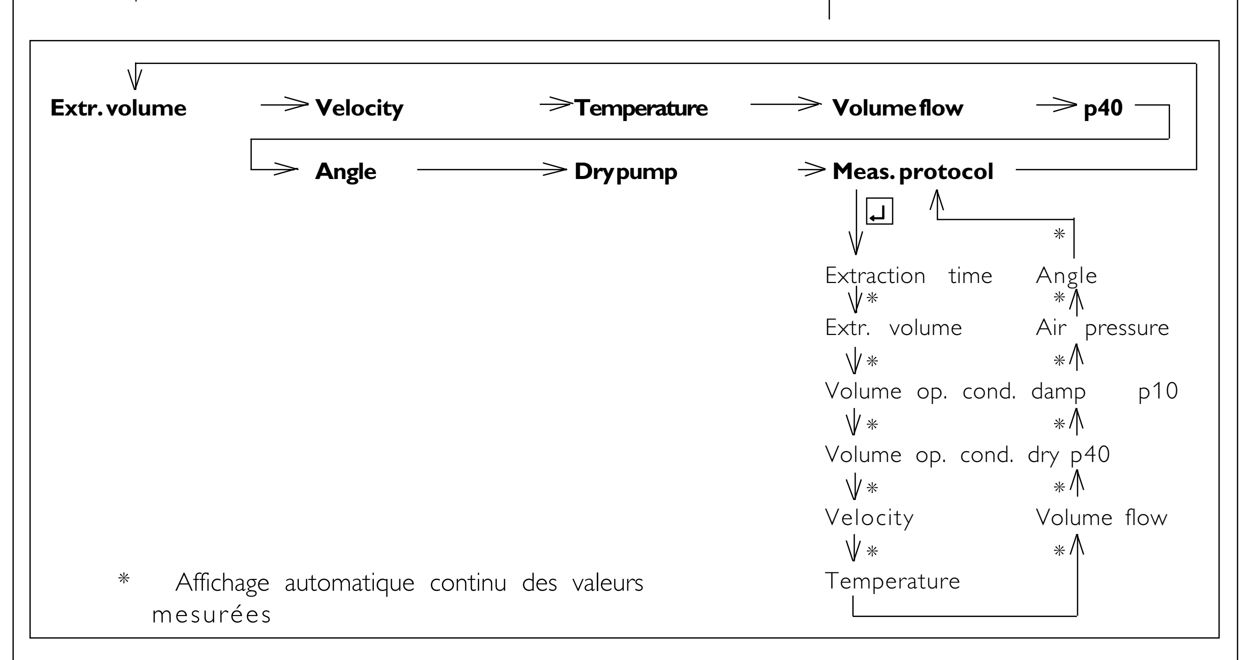


Figure 4306 Affichage des valeurs mesurées dans le menu « Automatic »

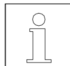
4 Réalisation de la mesure

Identification ⓑ

Une fois la mesure lancée (continue measuring ou new measurement) ou après demande du protocole de mesure dans le sous-menu « Dry pump »,
il est possible d'afficher les valeurs mesurées suivantes dans l'ordre indiqué avec les touches ▶ ou ◀ :

- Extr. volume
- Velocity
- Temperature
- Volume flow
- p40
- Angle

La subdivision en « Continue measuring » / « New measurement » permet d'interrompre une opération d'extraction (par ex. pour changer un collecteur de poussière ou déplacer la sonde de prélèvement vers un autre point de mesure) et de la poursuivre ensuite (« Continue measuring ») ou de procéder à une nouvelle extraction « New measurement »).



Remarque

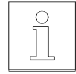
- Elément de menu « Continue measuring »
  Le volume de gaz partiel extrait d'une précédente mesure sert de base à la poursuite de l'extraction.
- Elément de menu « New measurement »
  La somme au compteur de la mémoire de valeurs mesurées augmente de 1 et les valeurs mesurées de la mesure suivante sont sauvegardées à l'emplacement de mémoire qui leur est affecté. Lorsque le compteur atteint la somme de 75, les valeurs mesurées ne seront plus sauvegardées automatiquement si l'on presse la touche Stop (cf. chap. 4.3.1).

Il peut être contrôlé à l'élément de menu « Volume flow » pendant l'extraction que cette dernière est bien isocinétique. Le débit partiel extrait momentané « réel » est comparé à la valeur de consigne « consigne » pour la régulation de la pompe. L'extraction est isocinétique quand les deux valeurs sont égales. S'il ne peut être obtenu de concordance, contrôler si le diamètre d'extraction est le bon ou s'il y a dysfonctionnement.



Attention

La valeur de consigne doit se situer dans la plage de travail de la pompe extractrice (comp. chap. 4.2.2.2 tableau 4201).
Entrer si nécessaire un autre diamètre d'extraction dans le menu « Parameters » et placer le collecteur correspondant dans la sonde de prélèvement.



Remarque

Une légère variation de la valeur de consigne dépend de l'installation et du système car les paramètres de l'installation sont mesurés en temps réel et le GRAVIMAT adapte en permanence l'extraction aux valeurs mesurées.

4.3.4 Mode manuel

L'extraction se déroule de la même manière dans le menu « Manual operation » que dans le menu « Automatic » (voir figure 4307).

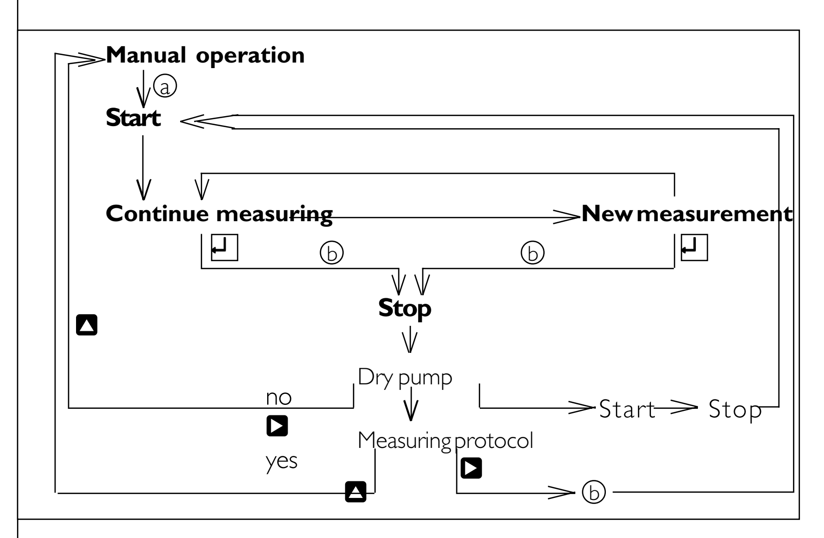


Figure 4307 Déroulement des opérations dans le menu « Manual operation »

Comme dans le menu « Automatic », il est possible de poursuivre une mesure précédente (« Continue measuring ») en pressant la touche Start ou d'en lancer une nouvelle.

Attention



Lorsque l'on choisi l'élément de menu « New measurement », toutes les valeurs moyennes de la mesure précédente seront effacées et irrémédiablement perdues !

Les valeurs mesurées peuvent être affichées de la même façon que pour une mesure de l'extraction :

- Après avoir appelé le menu « Manual operation » (identification ⓐ)
- Une fois la mesure lancée ou après demande du protocole de mesure dans le sous-menu « Dry pump » (identification ⓑ)

5 Traitement de la mesure

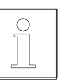
5.1 Détermination de la masse brute des collecteurs de poussière

5.1.1 Séchage

Les collecteurs pleins de poussière doivent être entièrement séchés avant chaque pesage afin d'exclure toute erreur de mesure due à l'humidité. Le séchage s'effectue comme décrit au chap. 3.3.3.

5.1.2 Pesage

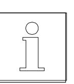
Les collecteurs de poussière doivent être pesés immédiatement après leur sortie du dessicateur. Suivant le type de collecteur (LC ou HC), il doit être utilisé une balance de précision avec la gamme de mesure nécessaire (collecteur de poussière LC plus de 20 g, collecteur de poussière HC plus de 50 g).
Les collecteurs pleins de poussière doivent être pesés selon le procédé décrit au chap. 3.3.3.



Remarque concernant les collecteurs HC :
Si vous ne disposez que d'une balance de précision avec une plus petite gamme de mesure que celle qui est indiquée, il est possible de peser la cartouche filtrante (membrane filtrante et ouate en quartz) sans trémie ni tube de prélèvement. Oter pour cela l'agrafe en aluminium de sur la trémie et détacher la membrane filtrante et la ouate en quartz de la trémie. La condition préalable à ce mode de pesage est que la masse nette de la cartouche filtrante ait été pesée avant la mesure.



Attention
Les restes de poussière collés à la trémie et au tube de prélèvement ne peuvent être pesés lorsque l'on enlève la cartouche filtrante, ce qui peut conduire à des erreurs de mesure.



Remarque
Quand le GRAVIMAT SHC 502 n'est piloté qu'avec le clavier se trouvant sur la plaque frontale de l'unité de contrôle, la concentration en poussières à partir des masses vide et brute des collecteurs de poussière doit être déterminée séparément. Vous pouvez utiliser pour cela les formules de traitement (annexe du manuel d'utilisation).

5.2 Déterminationdelaconcentrationenpoussières

Définitions voir VDI 2066 folio 1

La concentration en poussières c est la masse de poussière comprise dans un volume V défini par rapport à ce volume.

Concentration en poussières : débit massique de la poussière par débit du gaz

Concentration en poussières pendant l'exploitation :

$$c_{exp.} = \frac{m}{V}$$

$$c_{exp.} = \frac{m_{brut} - m_{tare}}{V} \qquad (5.1)$$

$c_{exp.}$ = Concentration en poussières pendant l'exploitation
m_{tare} = Masse à vide du collecteur de poussière
m_{brut} = Masse brute du collecteur de poussière
V = Volume de gaz partiel extrait

Concentration en poussières en état normal

Formules de standardisation cf. annexe du chap. 9

$$c_{é.n.h.} = \frac{m_{brut} - m_{tare}}{V_{é.n.h.}} \qquad (5.2)$$

$c_{é.n.h.}$ = Concentration en poussières à l'état normal humide
$V_{é.n.h.}$ = Volume de gaz partiel extrait à l'état normal humide

$$c_{é.n.s.} = \frac{m_{brut} - m_{tare}}{V_{é.n.s.}} \qquad (5.3)$$

$c_{é.n.s.}$ = Concentration en poussières à l'état normal sec
$V_{é.n.s.}$ = Volume de gaz partiel extrait à l'état normal sec

Remarque
Les valeurs normales calculées avec le GRAVIMAT ne contiennent aucune standardisation de la concentration d'oxygène. Cette dernière doit être réalisée séparément (voir chap. 9).

Débit massique de poussière

$$\dot{M} = A_{conduit} \bullet v_{ax} \bullet c \qquad (5.4)$$

$\dot{M}$ = Débit massique principal dans le conduit
$A_{conduit}$ = Surface de section du conduit
v_{ax} = Valeur moyenne du composant axial de la vitesse des gaz

Calcul de v_{ax} voir à l'annexe

Utiliser la concentration en poussières concernée pour le calcul du débit massique de poussière pendant l'exploitation et à l'état normal.

Remarque
Les valeurs nécessaires à la détermination de la concentration en poussières et du débit massique de poussière :

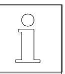
- débit en exploitation dans le conduit d'effluents gazeux (pour gaz humides),
- température des gaz dans le conduit,
- volume partiel aspiré

sont calculés par le GRAVIMAT SHC 502 à partir des « valeurs mesurées brutes » des capteurs de pression et de la sonde de température. Le calibrage interne des capteurs de pression, de la constante du diaphragme et des amplificateurs s'effectue à l'aide de valeurs de correction digitales enregistrées dans une mémoire non volatile.

Lorsque le GRAVIMAT est piloté avec le clavier de la plaque frontale, il est possible de choisir les valeurs mesurées ou calculées (cf. chap. 4.3) et de les afficher à l'écran à cristaux liquides. Les valeurs moyennes de la dernière mesure sont mises en mémoire.

Il est possible d'enregistrer les valeurs mesuré en :

- raccordant un PC portable à l'interface RS 232 et en enregistrant les données dans un fichier à l'aide d'un programme de communication
- éditant les valeurs de chaque série de mesures sur une imprimante
- inscrivant les valeurs dans les formulaires fournis (en annexe du manuel d'utilisation).



Formules voir à l'annexe

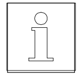
5 Traitement de la mesure

6.1 Entretien de la sonde de prélèvement GS 5

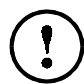
6.1.1 Entretien régulier

Dans le tableau suivant sont cités les travaux d'entretien nécessaires subdivisés partiellement en nettoyage de base et nettoyage intensif. Ces travaux d'entretien doivent être réalisés à intervalles réguliers, si possible après toute mesure prolongée.

Mesure	Remarque
Elimination de condensat résiduel	**Nettoyage de base** Séchage des conduites de débit partiel et de mesure de la pression à l'air (comprimé) à l'extrémité du flexible multicanal. Eviter impérativement une surpression de > 500 mbar.
	Nettoyage intensif Démontage et nettoyage de la rondelle d'appui et du diaphragme de mesure. **Attention** Ne pas endommager les arêtes vives de l'ouverture du diaphragme. Nettoyer en rinçant ou éjectant de l'eau - air - alcool - air. Respecter cet ordre.
Elimination de dépôts	Oter à intervalles réguliers les dépôts de poussière, les traces de corrosion etc. de la sonde, de la tête du filtre et de la sonde de température. Démonter si nécessaire la rondelle d'appui et le diaphragme.
	Nettoyage de base Se servir d'un chiffon, d'un pinceau et d'une brosse avec de l'eau puis de l'alcool pour le nettoyage.
	Nettoyage intensif Même nettoyage que pour celui de base, mais précédé d'un décapage (solution : 25% HNO_3, 2% HF, reste H_2O). **Attention** Respecter le règlement de sécurité pour le travail avec des acides !
Contrôler les pièces en caoutchouc	Lorsque les températures ont dépassé 200 °C, contrôler et changer si nécessaire la bague d'étanchéité de la tête du filtre. Vérifier, en particulier à ses extrémités, que le flexible multicanal ne présente ni fragilité ni fissuration. Découper l'endroit endommagé si nécessaire ou changer le flexible multicanal.
Sonde de température Pt 100	Contrôler la résistance d'isolation de la sonde de température et la changer si nécessaire (câble de mesure de la température compris).



Remarque
Il est possible d'utiliser la pompe extractrice pour le soufflage (menu « Drying »).
Brancher pour cela un flexible adéquate à la sortie de la pompe.





6 Entretien

Mesure	Remarque
Raccord sonde de prélèvement	Contrôler que le joint ne soit pas sale et ne présente aucune fissure. **Attention** Ne pas endommager le joint ! Il est possible de nettoyer en rinçant ou éjectant de l'eau - air - alcool - air. Respecter cet ordre.
	Contrôler que le filet ne soit ni sale ni endommagé. Nettoyer le filet avec une brosse métallique, les légers endommagements peuvent être éliminés avec une petite lime triangulaire.



Remarque
Il est possible d'utiliser l'agent de contrôle pour la mesure du débit (accessoires, cf. chap. 8.3) pour le contrôle simple de l'étanchéité des voies empruntées par les gaz (commande se reporter aux instructions concernées).

6.1.2 Contrôle de l'étanchéité

Pour contrôler l'étanchéité de la conduite d'extraction et de celles de mesure de la pression, raccorder la sonde de prélèvement à l'unité de contrôle.

Conduites de mesure de la pression pour p_1, p_2 et p_3 (détermination de la vitesse des gaz dans le conduit)
Générer la pression de contrôle aux ouvertures de mesure de la pression p_1, p_2 et p_3 sur la tête de sonde avec 'une seringue à injections à aiguille raccourcie et une rondelle en caoutchouc tendre perforée ou d'une ventouse en caoutchouc :

Variable mes.	Valeur	Affichage au menu « Automatic » à
p_1	env. 10 mbar	p_conduit (p_{10})
p_2 et p_3	–10 mbar	v_conduit ou angle

L'affichage de la pression doit rester constant.

Conduites de mesure de la pression pour p_4 et p_5 (détermination du débit partiel)
Choisir le menu « Manual operation/Volume flow », mettre la pompe en marche et fermer la soupape de réglage avec la touche ▲ . Fermer étanchement l'ouverture d'extraction sur le collecteur de poussière LC ou HC placé (par ex. avec le bout du doigt).

Critères d'étanchéité :
$p_{45} = 0$
p_{40} entre -200 et -500 mbar

Si des erreurs ou des valeurs non plausibles sont détectées lors du contrôle de l'étanchéité, vérifier le câblage interne selon la figure 6101. Changer les raccords de flexible non étanches (comp. Pièces de rechange, chap. 8.4). La plaque frontale doit être enlevée pour changer des raccords dans l'unité électronique.

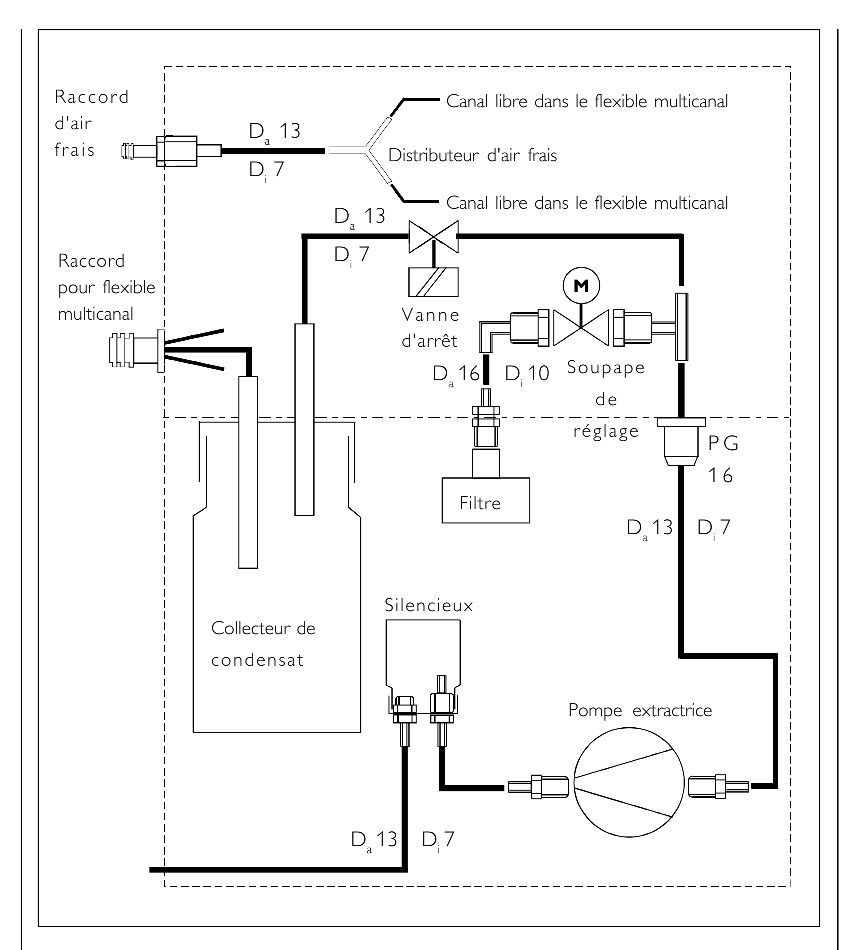


Figure 6101 Câblage interne unité de contrôle

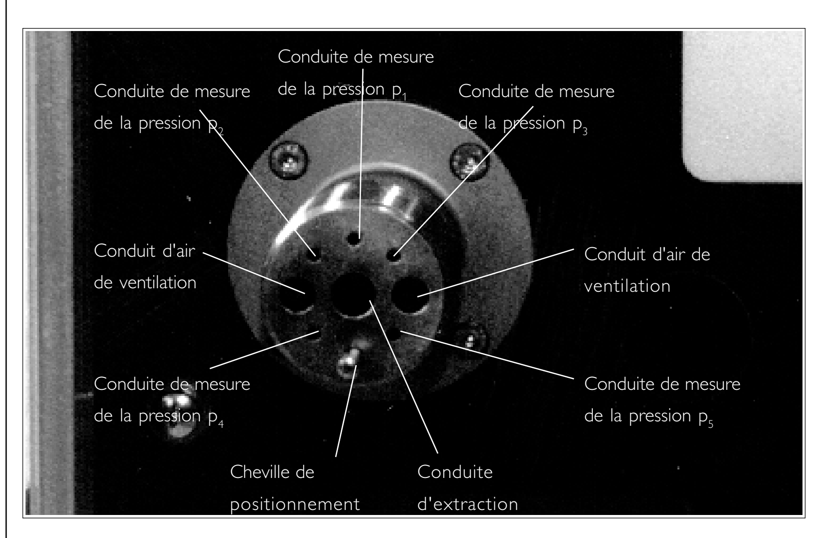


Figure 6102 Pièce de jonction sur l'unité de contrôle

6.2 Entretien de l'unité de contrôle

L'entretien de l'unité de contrôle se limite pour l'essentiel aux travaux de nettoyage.

Collecteur de condensat
Le collecteur de condensat doit être vidé après chaque mesure. Pour ce faire, le dévisser et l'extraire de l'unité de contrôle (cf. figure 6201).



Figure 6201 Collecteur de condensat démonté



Attention
Respecter les règlements légaux de votre pays pour l'élimination du condensat collecté (le condensat doit parfois être traité comme déchet spécial) !

Pompe extractrice
Sécher soigneusement la pompe après chaque mesure. Pour ce faire, la laisser marcher à vide pendant au moins 10 min.
Si nécessaire, la nettoyer du condensat résiduel (ouvrir pour cela le couvercle de la pompe).



Autres travaux
- Nettoyage de l'intérieur de l'unité de contrôle (partie pompe)
- Nettoyage de la plaque frontale
  Attention!
  Ne pas nettoyer la plaque frontale avec des solvants (seulement de l'eau + produit à vaisselle)
- Changement du filtre en amont de la soupape de réglage quand le débit partiel minimal devient trop important

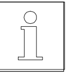
6.3 Calibrage de l'unité de contrôle

Les facteurs d'amplification des capteurs de pression, du dispositif de mesure de la température (sonde de mesure et amplificateur) et du diaphragme de la tête de la sonde pour la détermination du débit partiel sont déterminés avant la livraison du GRAVIMAT SHC 502.
Un calibrage de l'utilisateur n'est en général pas nécessaire. Un nouveau calibrage n'est nécessaire que lorsque des pièces concernées ont été changées (réparation à l'usine).

Dans des cas exceptionnels, il peut être nécessaire de calibrer les paramètres
- point de référence des capteurs de pression
- constante du diaphragme.

Certains autres paramètres (par ex. la pente des capteurs de pression) ne peuvent être contrôlés et calibrés qu'à l'usine.
Un changement de pente de capteurs n'arrivent que très rarement et sont un signe de défauts ou de surcharge des capteurs.

Des erreurs de point de référence peuvent être le résultat d'un vieillissement dû à une exploitation prolongée ou une surcharge des capteurs de pression.
Remarque
Il est recommandé de réaliser un calibrage du point de référence après avoir allumé l'appareil et avant chaque mesure (par ex. après avoir changé un collecteur de poussière) (cf. chap. 4.2.2.3).



6.3.1 Calibrage du point de référence

Le calibrage du point de référence ne doit être réalisé que lorsqu'il n'existe aucune pression différentielle par rapport à la pression atmosphérique sur les capteurs. Cela est le cas quand la sonde n'est pas raccordée.
Le calibrage du point de référence ne peut être réalisé que pour les capteurs de pression p_{12}, p_{13}, p_{45}, p_{40} et p_{10}. Le calibrage s'effectue au moyen du menu « Special functions / Calibration / Zero point ». Durant le temps d'env. 5 s qui lui est nécessaire, aucune modification de pression ne doit apparaître à la pièce de jonction des capteurs de pression.



Attention
S'assurer impérativement qu'aucune des conduites forcées n'est sous pression lors du calibrage du point de référence. Le non respect de cette condition (par ex. quand la sonde est parcourue par du vent, du courant d'air) provoque une erreur de calibrage.

6.3.2 Constante du diaphragme

La variable du diaphragme correspond à celles de calibrage de la sonde (standard env. 12 -13 mm^2). La variable du diaphragme peut être définie avec le GRAVIMAT.
La constante du diaphragme peut se corriger en choisissant le menu « Service/Maintenance - System check ». Il est possible d'utiliser l'agent de contrôle de la mesure du débit (accessoires, cf. chap. 8.3) ou un compteur à gaz de précision pour le calibrage.

6.3.3 Réglage de l'heure et de la date pour les protocoles

Choisir le sous-menu concerné dans le menu « Special functions/ Calibration ». Chaque chiffre peut être sélectionné et modifié individuellement.

Réglage de l'heure

HH : MM : SS

HH:	Heures	de	00 ... 23
MM:	Minutes	de	00 ... 59
SS:	Secondes	de	00 ... 59

Réglage de la date

DD : MM : YY

DD:	Jour	de	01 ... 31
MM:	Mois	de	01 ... 12
YY:	Année	de	00 ... 99

7 Diagnostic et correction des défauts

7.1 Aucune mesure possible

Symptôme	Cause possible	Mesure
Affichage et LED éteints	• Tension secteur manque • Connecteur de la pompe mal fiché • Fusible défectueux	• Débrancher l'appareil • Contrôler le câble secteur • Contrôler le connecteur de la pompe • Contrôler le fusible
La pompe ne démarre pas après « Start »	• Condensat résiduel séché	• Débrancher l'appareil • Ouvrir le couvercle de la pompe • Nettoyer le rotor et les tiroirs rotatifs et les rendre mobiles

7.2 Recherche de défaut

Un test automatique est réalisé après chaque mise sous tension du GRAVIMAT. En cas de fonctionnement correct apparaît ensuite le menu principal.
S'il y a dysfonctionnement, un code de défaut apparaît dans la dernière ligne de l'affichage.

Code	Cause possible	Mesure
0x0001 0x0002	Défaut CRC lors de a lecture de l'EEPROM	Obtention de la configuration standard en éteignant et rallumant l'appareil (si néces-ssaire répéter l'opération plusieurs fois)
0x0010 0x0020 0x0040 0x0080	Défaut de lecture dans la zone RAM 1 Défaut de lecture dans la zone RAM 2 Défaut de lecture de la zone de paramètres Dernière mesure erronée (incomplète)	Les valeurs de la dernière mesure sont effacées (les précédents restent).
0x0100	Défaut du rythmeur/temps réel	Contrôler la pile sur la carte processeur

Si les messages suivants sont signalés à l'affichage :
- ▶ SHC-Code Error (codage erroné du matériel) ou
- ▶ SHC-Device Error (défaut du processeur)

envoyer l'unité de contrôle à l'usine pour la réparer.

8 Caractéristiques techniques

8.1 Aperçu des caractéristiques techniques

Sonde de prélèvement GS 5	
Gamme de mesure ▶ avec collecteur pouss. LC ▶ avec collecteur pouss. HC	 0,1 .... 200 mg/m³ 50 ... 50.000 mg/m³
Vitesse des gaz dans le conduit	2 ... 48 m/s
Débit partiel	0,5 ...2,4 m³/h
Gamme de température	jusqu'à 250 °C sans restrictions à partir de 250 °C air de refroidissement nécessaire surpression 30 - 50 kPa, consomm. 5 - 10 m³/h jusqu'à 280 °C rallonge sonde max. 1,5 m (seul. avec air de refroid.) jusqu'à 400 °C sans rallonges pour la sonde, seul. avec air de refroid. jusqu'à 600 °C exécution spéciale de la sonde de prélèvement ; fonc. sans rallonges (seulement avec air de refroidissement)
Dimensions ▶ Tête de sonde ▶ Tige de la sonde	 Diamètre extérieur 62 mm Diamètre extérieur 51 mm ; longueur 1m (version standard) Longueurs spéciales de 0,5 à 1,5 m sur demande
Masse	7,3 kg (avec flexible multicanal, longueur 5 m)
Ouvertures de montage néces-saires dans le conduit (pour montage support de la sonde)	Diamètre minimal 80 mm, longueur quelconque
Rallonges pour la sonde	
Standard	Longueur 1,5 m ; masse 2,75 kg
Exécution spéciale	Longueur 0,5 ... 3 m ; masse 0,95 à 5,5 kg
Sac de transport	
Standard Dimensions, masse	pour sonde de prélèvement long. 1m et max. 2 rallonges sonde long. 1,5 m env. 1700 x 250 mm x 150 mm (L x la x H) ; 4,2 kg
Exécution spéciale	pour long. spéc. de sonde de prélèvement et/ou rallonge sonde
Support de la sonde	
avec tube de protection sans tube de protection	Dimensions 280 x 163 x 103 mm (L x la x H) ; masse 2,0 kg Dimensions 100 x 163 x 103 mm (L x la x H) ; masse 1,5 kg
Collecteur de poussière LC	
Diamètre d'extraction Masse à vide Filtre Matière	4,2 / 5,2 / 6,4 / 8,0 / 10,0 / 11,5 mm env. 16 g Diamètre filtre plat 50 mm acier spécial ; pour diamètre d'extraction 6,4 mm aussi en titan
Collecteur de poussière HC	
Diamètre d'extraction Masse à vide Filtre Matière	4,2 / 5,2 / 6,4 / 8,0 / 10,0 / 11,5 mm Trémie env. 25 g ; tube de prélèvement env. 22 g Diamètre filtre plat 50 mm ; ouate en quartz en plus env. 3 g Trémie en aluminium ; tube de prélèvement en laiton/acier spécial

8 Caractéristiques techniques

Valise pour collecteur de poussière	
Dimensions Masse à vide	365 x 315 x 145 mm (la x P x H) 2,5 kg
Unité de contrôle	
Affichages	▶ Affichage à cristaux liquides de 4 lignes pour valeurs mesurées et paramètres, éclairé ▶ LED pour disponibilité opérationnelle touches fonctionnelles
Interfaces	▶ Raccord pour flexible multicanal sonde de prélèvement ▶ Raccord pour air de refroidissement (30 ... 50 kPa, 5 ... 10 m³/h) ▶ Raccord pour sonde de température Pt 100 ▶ RS 232, 9600, N, 8, 1 ▶ Entrées analogiques 1 et 2, chacune 0 ... 20 mA
Sensorique	Capteurs de pression pour ▶ Pression dynamique p_{12} 0 ...12,5 mbar ±0,2 % ▶ Pression dynamique p_{13} 0 ...12,5 mbar ±0,2 % ▶ Pression du diaphragme p_{45} 0 ... 25 mbar ±0,2 % ▶ Pression dans le conduit p_{10} -70 ... +70 mbar ±0,2 % ▶ Pression dans la sonde p_{40} -500 ... +100 mbar ±1,0 % ▶ Pression atmosphérique p_0 770 ... 1250 mbar ±1,0 % Sonde de température Pt100 ; -30 ... +700 °C
Pompe extractrice	Pompe à tiroirs rotatifs ; rendement d'extraction type 2 m³/h (sans collecteur de poussière) au choix pour 115 V ca ou 230 V ca
Précision mesure du débit	±1 % du débit maximal
Soupape de réglage, vanne d'arrêt	24 V cc
Collecteur de condensat	Volume env. 0,8 l ; matière plastique
Fusible	T 4 A
Alimentation en tension	115 /230 V ca, 50/60 Hz
Puissance absorbée	env. 400 W qua la pompe extractrice est en fonction
Indice de protection	IP 54 à l'état ouvert (à l'état fermé IP 65)
Dimensions	555 x 320 x 355 mm
Masse	24 kg
Température ambiante	-10 ... +50 °C

8.2 Exécution standard GRAVIMAT SHC 502

Désignation	Unités	Référence
Sonde de prélèv. GS 5, long. 1 m ; avec flexible multicanal de 5 m	1	7 040 187
Rallonge de la sonde 1,5 m	1	7 040 024
Sac de transport pour sonde de prélèv. et 2 rallonges pour la sonde	1	7 040 002
Support de la sonde avec tube de protection	1	7 040 001
Valise spéciale LC avec 24 collecteurs de poussière	1	7 040 009
Valise spéciale HC	1	7 040 183
Unité de contrôle AE-SHC502	1	7 040 115

8.3 Accessoires, options

Désignation	Référence
Bride de montage DN 80 avec tube de 200 mm de long., couvercle, matériau St 37	7 040 022
Bride d'adaptation R3", avec couvercle	7 040 023
Support de la sonde sans tube de protection	7 040 095
Sonde de prélèvement GS 5 longueur de sonde (entre 0,5 et 1,5 m)	7 040 188
Sonde de prélèvement GS 5-HT jusqu'à 600 °C, longueur 1 m	7 040 189
Rallonge de la sonde 0,5 m	7 040 102
Rallonge de la sonde 1,0 m	7 040 104
Rallonge de la sonde long. spéciale (entre 0,5 et 3 m)	7 040 190
Sac de transport long. spéciale	7 040 184
Rallonge de flexible pour SHC 500, complète, longueur 5 m	7 040 169
Collecteur de poussière LC en titan, diamètre d'extraction 6,4 mm	7 040 227
Unité de contrôle AE-SHC502 115 V ca	7 040 116
Option mesure de l'oxygène	7 040 119
Câble d'interface RS 232	7 040 012
Dispositif de transport SHC-5	7 040 027
Agent de contrôle pour mesure du débit	7 040 202
Lot de pièces de rechange	7 040 096
Surdemande	
PC portable de type Toshiba	
Imprimante Ink-Jet, transportable, avec jeu d'accus	
Balance de précision avec interface RS 232	

8.4 Pièces d'usure

Désignation	Référence
Rondelle d'appui diamètre 46 mm, avec bague d'étanchéité	7 040 005
Joint en alu, poche de 100 unités	7 040 026
Filtre pour la pompe	7 040 058
Joint K21 pour raccord de flexible raccord	7 040 220
Composants du filtre	
Papier n° 604 (Schleicher & Schüll), jusqu'à 150 °C, poche de 100 unités	7 040 036
Fibres de verre n° 8 (Schleicher & Schüll), jusqu'à 250 °C, poche de 200 unités	7 040 037
MN 85/90 BF (Machery-Nagel), jusqu'à 500 °C, poche de 25 unités	7 040 039
Fibres de quartz MK 360 (Munktrell), jusqu'à 950 °C, poche de 25 unités	7 040 040
Polycarbonate 0,4 µm (Oxyphen), jusqu'à 180 °C, poche de 100 unités	7 040 041

8.5 Pièces de rechange

Désignation	Référence
Sonde de prélèvement GS 5	
Rondelle d'appui diamètre 46 mm, avec bague d'étanchéité	7 040 005
Rondelle d'appui diamètre 50 mm, sans bague d'étanchéité, jusqu'à 400 °C	7 040 074
Diaphragme de mesure avec joint	7 040 193
Vis de fermeture pour collecteur LC	7 040 046
Vis de fermeture pour collecteur HC	7 040 106
Calotte pour tête de filtre	7 040 065
Flexible multicanal au mètre *	7 040 003
Sonde de mesure PT 100 avec câble **	7 040 192
Connecteur pour câble de mesure de la température	7 045 641
Ecrou pour raccord flexible multicanal	7 040 194
Joint K21 pour raccord de flexible raccord	7 040 220
Raccorde de flexible raccord sonde de prélèvement GS 5	7 040 221
Poignée pour sonde	7 040 044

* Remplacement seulement avec outil spécial, voir annexe
** sans connecteur

8 Caractéristiques techniques

Désignation	Référence
Collecteur de poussière	
Valise vide pour collecteur de poussière LC	7 040 051
Valise vide pour collecteur de poussière HC	7 040 191
Dispositif d'agrafage	7 040 080
Collecteur de poussière LC en acier spécial, diamètre d'extraction 4,2 mm	7 040 028
Collecteur de poussière LC en acier spécial, diamètre d'extraction 5,2 mm	7 040 029
Collecteur de poussière LC en acier spécial, diamètre d'extraction 6,4 mm	7 040 030
Collecteur de poussière LC en acier spécial, diamètre d'extraction 8,0 mm	7 040 031
Collecteur de poussière LC en acier spécial, diamètre d'extraction 10,0 mm	7 040 032
Collecteur de poussière LC en acier spécial, diamètre d'extraction 11,5 mm	7 040 033
Trémie pour collecteur de poussière HC	7 040 105
Tube de prélèvement pour collecteur de poussière HC, diamètre d'extraction 4,2 mm	7 040 109
Tube de prélèvement pour collecteur de poussière HC, diamètre d'extraction 5,2 mm	7 040 110
Tube de prélèvement pour collecteur de poussière HC, diamètre d'extraction 6,4 mm	7 040 111
Tube de prélèvement pour collecteur de poussière HC, diamètre d'extraction 8,0 mm	7 040 112
Tube de prélèvement pour collecteur de poussière HC, diamètre d'extraction 10,0 mm	7 040 113
Tube de prélèvement pour collecteur de poussière HC, diamètre d'extraction 11,5 mm	7 040 114
Fouloir pour collecteur de poussière HC	7 040 108
Buse d'entrée pour collecteur de suie	7 040 107
Raccord de flexible pour rallonge flexible multicanal	7 040 223
Unité de contrôle	
Plaque frontale complète pour AE-SHC502	7 040 199
Carte capteur	7 040 198
Collecteur de condensat	7 040 969
Vanne d'arrêt avec câble de raccordement	7 040 195
Soupape de réglage avec câble de raccordement	7 040 196
Pompe 230 V ca, avec câble et connecteur	7 040 117
Pompe 115 V ca, avec câble et connecteur	7 040 118
Raccord de flexible unité de contrôle	7 040 222

8.6 Cotes

8.6.1 Sonde de prélèvement avec collecteur de poussière

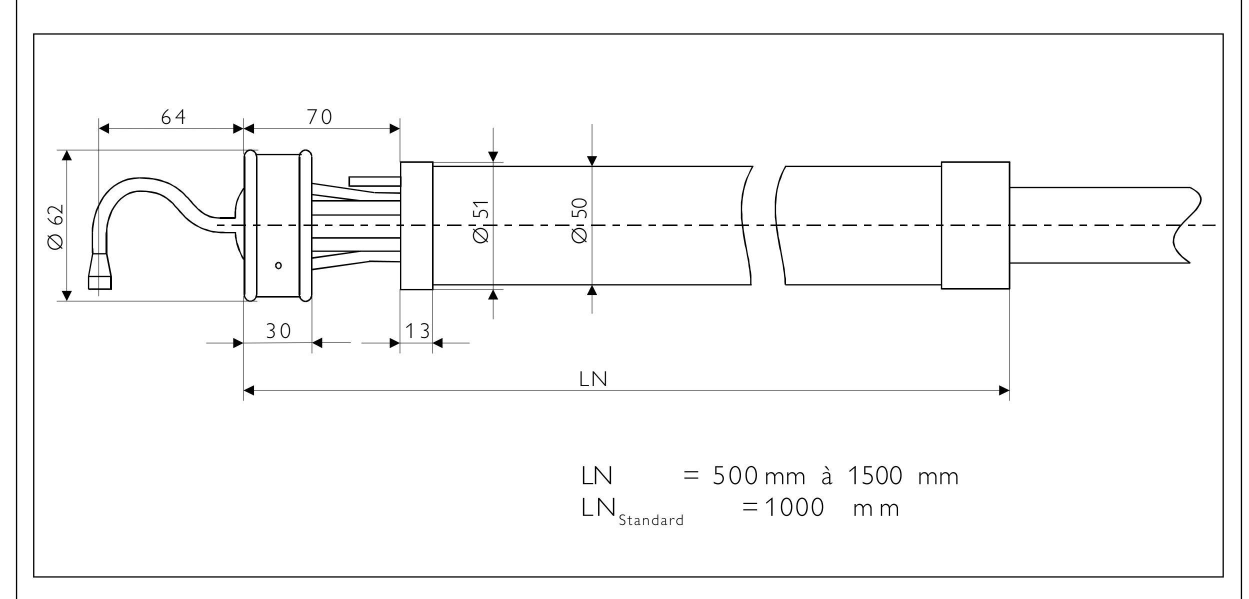


Figure 8601 Sonde de prélèvement avec collecteur de poussière LC (sans poignée)

8.6.2 Unité de contrôle AE-SHC502

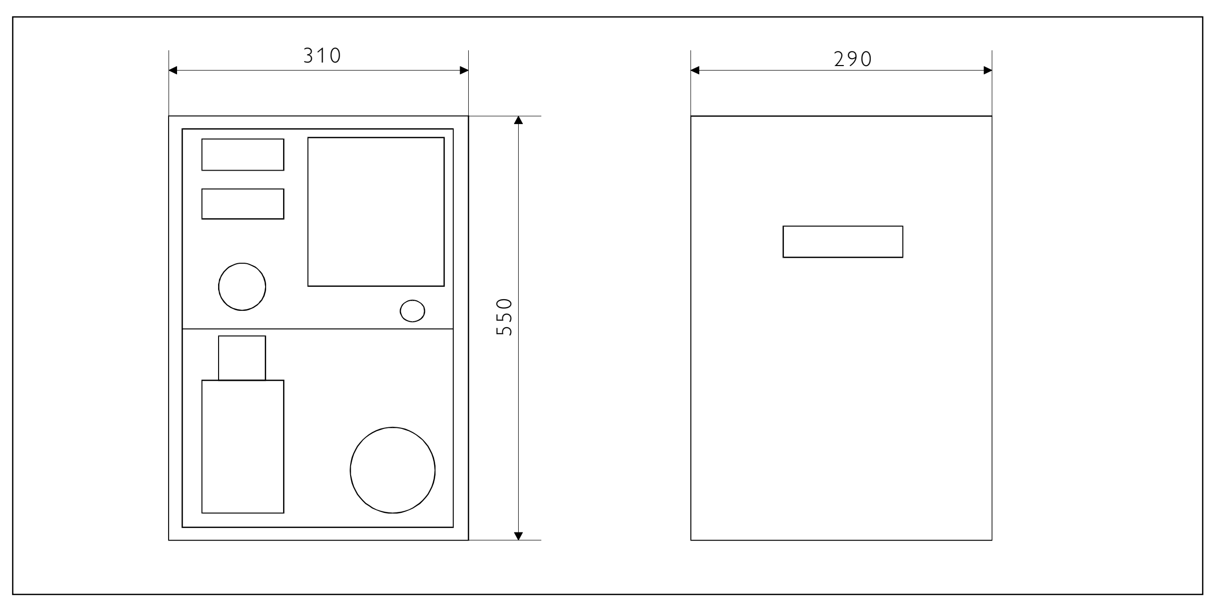


Figure 8602 Unité de contrôle

9.1 Aperçu des formules

Le débit partiel et le volume de gaz partiel extrait sont calculés à partir des « valeurs mesurées brutes » des 6 capteurs de pression et de la sonde de température par le GRAVIMAT SHC 502 en se servant des formules suivantes.

Pression dynamique

$$p_{dyn.} = \frac{p_{12} + p_{13}}{2 \cdot \beta}$$

$\beta = f_1(\alpha)$ du facteur de correction de la pression dynamique dépendant de l'angle d'écoulement (déterminé dans le conduit)

Angle d'écoulement

$\alpha = f_2(p_{12}, p_{13})$ courbe caractéristique déterminée dans le conduit

L'angle α n'est déterminé que dans la gamme -22,5° à +22,5°.
Si des valeurs plus élevées apparaissent c'est que le programme travaille alors que la valeur limite a été dépassée.

Vitesse du volume principal de gaz (composante axiale) dans le conduit

$$v_{ax} = \sqrt{\frac{2 \cdot p_{dyn.}}{\rho}} \cdot \cos \alpha$$

avec la densité de gaz ρ dans le canal d'écoulement de la veine gazeuse

$$\rho = \rho_N \cdot \frac{T_N}{T} \cdot \frac{(p_0 + p_{10})}{p_N}$$

ρ_N = Densité du gaz à l'état normal (densité normale)
p_N = Pression normale (1013 mbar)
T_N = Température normale (273,15 K)
T = Température de service du gaz en K
p_0 = Pression atmosphérique en mbar
p_{10} = Pression statique dans le conduit en mbar

Concentration en poussières à l'état normal

Etat normal humide

$$c_{é.n.h.} = c_{e.s.} \bullet \frac{T}{T_N} \bullet \frac{p_N}{p}$$

$c_{é.n.h.}$ = Concentration en poussières à l'état normal humide
$c_{é.n.h.}$ = Concentration en poussières à l'état de fonctionnement
T = Température de service du gaz en K
T_N = Température normale (273,15 K)
p_N = Pression normale (101323,2 Pa)
p = Pression de service absolue en Pa

État normal sec

$$c_{é.n.s.} = c_{é.\ n.s.} \bullet \frac{100}{100 - F}$$

$c_{é.n.s.}$ = Concentration en poussières à l'état normal sec
F = Humidité du gaz (en pour cent du volume)

État normal sec O_2 standardisé

$$c_{é.n.O2} = c_{é.n.s.} \bullet \frac{21 - O_2\,(Dés.)}{21 - O_2\,(Mes.)}$$

O_2(dés.) = Valeur de référence de la teneur en oxygène selon la loi fédérale all. sur la protection contre les émissions
O_2(Mes.) = Valeur mesurée de la teneur en oxygène

Débit massique partiel

$$\dot{m} = A_{diaphragme} \bullet \sqrt{2 \bullet p_{45} \bullet p_N \frac{\rho_N \bullet T_N}{} \bullet \frac{(p_{40} + p_0)}{T}}$$

$\dot{m}$ = Débit massique partiel
$A_{diaphragme}$ = Constante du diaphragme en m²
p_{45} = Pression différentielle diaphragme de mesure en Pa
ρ_N = Densité du gaz à l'état normal humide
T_N = Température normale (273,15 K)
p_N = Pression normale (101323,2 Pa)
p_{40} = Pression dans la sonde en Pa
p_0 = Pression atmosphérique en Pa
T = Température de service du gaz en K

Débit partiel réel en exploitation

$$Q_{réel} = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

$Q_{réel}$ = Débit partiel réel
$\dot{m}$ = Débit massique partiel
ρ = Densité du gaz

Débit partiel de consigne en exploitation

$$Q_{cons.} = \frac{\pi}{4} \cdot D_S^2 \cdot v_{ax}$$

D_c = Diamètre d'extraction du collecteur de poussière en m
v_{ax} = Vitesse du débit principal de gaz (composante axiale dans le conduite en m/s

Volume de gaz partiel aspiré

$$V = \int_0^{t_{total}} Q \, dt$$

V = Volume de gaz partiel extrait
t_{total} = Temps d'extraction total à tous les points de mesure

9.2 Relations physiques

Densité normale ρ_N

La densité normale dépend de la pression et de la teneur en vapeur d'eau et de la température de saturation correspondante de la vapeur d'eau (= température du point de rosée du gaz).

L'échantillon de gaz est en général du gaz à l'émission humide ou de l'air humide. La densité normale d'air sec est de 1,296 kg/m^3. Pour le gaz à l'émission sec, la valeur 1,33 kg/m^3 est considérée comme bonne moyenne.

La densité normale d'air et de gaz à l'émission humides est visible à la figure suivante.

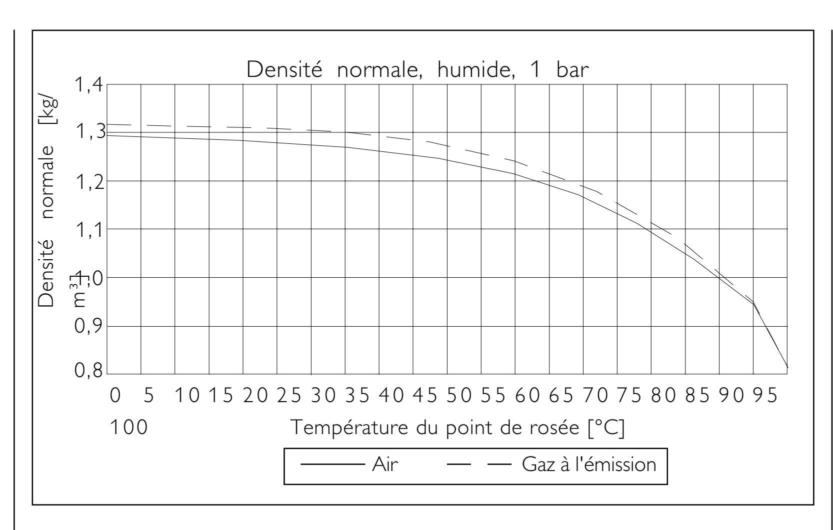


Figure 9201 Densité normale dans de l'air du gaz à l'émission humides

Les courbes caractéristiques sont uniquement valables pour la pression d'échantillon de gaz de 1 bar, les divergences de pression jusqu'à 50 mbar pouvant en général être négligées (défaut de densité <1%).

Vapeur d'eau/point de rosée

La teneur en vapeur d'eau de l'échantillon de gaz dépend de la température de saturation (= température du point de rosée. La courbe caractéristique (figure suivante) est valable pour la pression de 1 bar de l'échantillon de gaz.

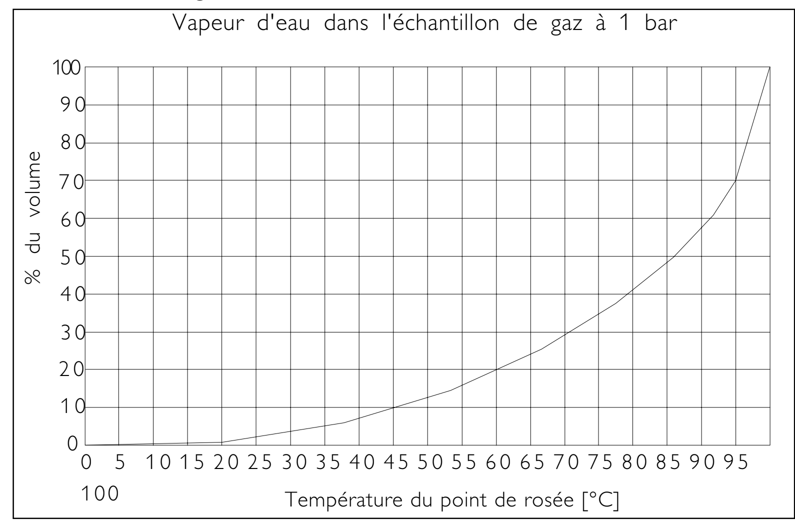


Figure9202 Courbe caractéristique de la pression de l'échantillon de gaz de1 bar

9.3 Changement du flexible multicanal

9 Annexe

8015848/2014-01/V1.1/ISubject to change without notice

Australia
Phone +61 3 9457 0600
1800 334 802 – tollfree
E-Mail sales@sick.com.au

Belgium/Luxembourg
Phone +32 (0)2 466 55 66
E-Mail info@sick.be

Brasil
Phone +55 11 3215-4900
E-Mail sac@sick.com.br

Canada
Phone +1 905 771 14 44
E-Mail information@sick.com

Česká Republika
Phone +420 2 57 91 18 50
E-Mail sick@sick.cz

China
Phone +86 4000 121 000
E-Mail info.china@sick.net.cn
Phone +852-2153 6300
E-Mail ghk@sick.com.hk

Danmark
Phone +45 45 82 64 00
E-Mail sick@sick.dk

Deutschland
Phone +49 211 5301-301
E-Mail info@sick.de

España
Phone +34 93 480 31 00
E-Mail info@sick.es

France
Phone +33 1 64 62 35 00
E-Mail info@sick.fr

Great Britain
Phone +44 (0)1727 831121
E-Mail info@sick.co.uk

India
Phone +91–22–4033 8333
E-Mail info@sick-india.com

Israel
Phone +972-4-6881000
E-Mail info@sick-sensors.com

Italia
Phone +39 02 27 43 41
E-Mail info@sick.it

Japan
Phone +81 (0)3 3358 1341
E-Mail support@sick.jp

Magyarország
Phone +36 1 371 2680
E-Mail office@sick.hu

Nederland
Phone +31 (0)30 229 25 44
E-Mail info@sick.nl

Norge
Phone +47 67 81 50 00
E-Mail austefjord@sick.no

Österreich
Phone +43 (0)22 36 62 28 8-0
E-Mail office@sick.at

Polska
Phone +48 22 837 40 50
E-Mail info@sick.pl

România
Phone +40 356 171 120
E-Mail office@sick.ro

Russia
Phone +7-495-775-05-30
E-Mail info@sick.ru

Schweiz
Phone +41 41 619 29 39
E-Mail contact@sick.ch

Singapore
Phone +65 6744 3732
E-Mail sales.gsg@sick.com

Slovenija
Phone +386 (0)1-47 69 990
E-Mail office@sick.si

South Africa
Phone +27 11 472 3733
E-Mail info@sickautomation.co.za

South Korea
Phone +82 2 786 6321/4
E-Mail info@sickkorea.net

Suomi
Phone +358-9-25 15 800
E-Mail sick@sick.fi

Sverige
Phone +46 10 110 10 00
E-Mail info@sick.se

Taiwan
Phone +886 2 2375-6288
E-Mail sales@sick.com.tw

Türkiye
Phone +90 (216) 528 50 00
E-Mail info@sick.com.tr

United Arab Emirates
Phone +971 (0) 4 88 65 878
E-Mail info@sick.ae

USA/México
Phone +1(952) 941-6780
1 (800) 325-7425 – tollfree
E-Mail info@sickusa.com

More representatives and agencies
at **www.sick.com**

